Untersuchung von Braunkohlenflözen auf die bei der Brikettierung zu beachtenden Trocknungseigenschaften einzelner Flözpartien

---

Von der
Technischen Hochschule zu Breslau zur
Erlangung der Würde eines Doktor-Ingenieurs genehmigte Dissertation

Vorgelegt von
Diplom-Ingenieur Walter Stiebritz aus Jena

Tag der mündlichen Prüfung: 13. Juli 1933

Referent: Prof. Dr.-Ing. W. Groß
Korreferent: Prof. Dr.-Ing. G. Spackeler

Oranienburg / Verlag von Wilhelm Möller / 1934

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Die Anregung für die vorliegende Arbeit erhielt ich von Herrn Prof. Dr.-Ing. Groß, als er im Jahre 1931 mit einer Exkursion von Bergstudenten aus Breslau das Geiseltal besuchte.

Ich möchte nicht versäumen, Herrn Prof. Dr.-Ing. Groß an dieser Stelle für die liebenswürdige Unterstützung, die er mir hat zuteil werden lassen, meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Desgleichen möchte ich Herrn Direktor Holzmann, meinem verehrten Chef, herzlichsten Dank sagen, daß er mir gestattete, die Arbeit fertigzustellen, dadurch, daß er mir Gelegenheit gab, im Werkslaboratorium Wasserbestimmungen vorzunehmen und Teilversuche an den Trockenapparaten in der Fabrik auszuführen.

Ganz besonderen Dank möchte ich auch Herrn Dr.-Ing. Fritzsche dafür sagen, daß er sich mir in der uneigennützigsten Weise zur Verfügung stellte und mir mit seinen reichen Erfahrungen jederzeit hilfreich zur Seite stand.

Erscheint auch in der Zeitschrift „Kali, Erz und Kohle“, 1933, Heft 10 ff.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41545806_0030

Die Bedeutung der Naßaufbereitung für die Trocknung von Braunkohlen.

In der Braunkohlenveredelung, besonders beim Brikettierungsprozeß, sah man von jeher die Hauptschwierigkeiten in der richtigen Trocknung der Brikettierkohlen. Dem Umstand ist es auch zuzuschreiben, daß bis auf den heutigen Tag fast ausschließlich auf dem Gebiete der Trocknung im Brikettierungs-Prozeß gearbeitet worden ist. Frerichs gibt an, daß 80% aller Brikettierkünste der Trocknung zuzuschreiben sind [1]).

Mag diese Zahl eines Brikettfachmannes auch einer strengen wissenschaftlichen Nachprüfung nicht standhalten, so zeigt sie doch, welch große Bedeutung der Trocknung im Brikettierungsprozeß beigemessen worden ist und immer noch beigemessen wird. So stellt Gebhardt den Satz auf: „Eine gut und fehlerfrei getrocknete Brikettierkohle ist ausschlaggebend für die Herstellung eines dauernd gleichmäßig guten Briketts. Alle Versuche der Verbesserung in der Entbrasung, Kühlung, Auswahl des Formmaterials, Formgestaltung, Formkühlung, Formspannung und Verladung können vorgenommene Fehler in der Trocknung nicht mehr beseitigen, m. E. nicht einmal mildern“ [2]).

Um aber die Trocknung der Kohlen dahin zu bekommen, wohin man sie haben muß, erstrebt man heute eine viel weitgehendere Naßzerkleinerung, als man früher für notwendig hielt [3]).

Man ist sich darüber klar, daß nur durch eine ganz gleichmäßig aufbereitete Brikettierkohle eine einigermaßen gleichmäßige Trocknung zu erreichen ist [4]).

Während man früher eine Naßaufbereitung bis zu einem Korn von 10—12 mm Durchmesser für ausreichend hielt, erstrebt man heute im allgemeinen ein Korn von unter 4 mm [5]).

Es soll deshalb nach Möglichkeit heute alles Gut über 4 mm zerkleinert werden, wobei der Feinkornanteil 0—1 mm nicht zu groß werden soll, da er bei der Brikettierung Schwierigkeiten bereitet.

Aus diesen Erwägungen heraus gehen neuzeitliche Bestrebungen auf eine möglichst weitgehende Zerkleinerung der Brikettierkohlen hinaus, durch welche dem Trockenprozeß wesentlich vorgearbeitet wird [6]).

Die Wassergehaltsspannen innerhalb der einzelnen Kornfraktionen des Brikettiergutes sind als schädlichste Momente für das Brikett erkannt worden und sind deshalb durch weitgehende Aufbereitung in möglichst engen Grenzen zu halten [7]).

Die Wassergehaltsspannen oder Wassergehaltsgrenzen, innerhalb deren ein Gut zur Erzielung fester Briketts getrocknet werden muß, lassen sich durch Betriebsversuche feststellen. Läßt sich eine Trockenkohle mit der Wassergehaltsspanne von 13—18% zu festen Briketts verpressen, so ist beim Trockenprozeß darauf zu achten, daß das Feinkorn 0—1 mm 13% Wassergehalt nicht unterschreitet und das Grobkorn über 4 mm 18% Wassergehalt nicht überschreitet. Im vorliegenden Falle beträgt die Wassergehaltsspanne 5%. Sie ist jedoch von der Art der zu brikettierenden Kohle abhängig und kann keineswegs als feststehende Zahl angegeben werden. Es gibt schwer brikettierbare Kohle, bei der die Wassergehaltsspanne von 5% schon zu groß ist, um feste Briketts zu erzeugen. Demgegenüber gibt es aber auch wieder leicht brikettierbare Kohle, die eine Wassergehaltsspanne von 10% haben darf [8]).

Vielfach ist man der Ansicht, daß ganz fein aufbereitete Kohle eine Trocknung zuläßt, die innerhalb der einzelnen Kornfraktionen ein Brikettiergut mit nur sehr geringen Wassergehaltsspannen liefert [9]).

Diese Ansicht läßt sich jedoch nicht ohne weiteres verallgemeinern, wie die Praxis gezeigt hat und wie schon oben erwähnt wurde [10]).

Es wird von Fall zu Fall untersucht werden müssen, inwieweit eine Zerkleinerung der Förderkohle im Naßdienst von Anfang an vorgenommen werden muß.

Müssen bei dem Vorhandensein von sehr harter Kohle, wie sie beispielsweise im Geiseltale in den tieferen Schnitten gewonnen wird, größere Feinkohlenmengen erzeugt werden, so ist eine Absiebung des feinen Kornes bis 4 mm notwendig, um das durch die Förderung anfallende feine Korn zu erhalten und nicht noch besonders durch Zerkleinerung in Brechwerken oder Hammermühlen zu Staub zu vermahlen, der im Trocken- und Preßprozeß unnötige Schwierigkeiten bereitet.

Erst nach Absiebung des gesamten Feinkornes wird man die noch fehlende Menge Brikettierkohle durch Zerkleinerung der grob anfallenden Förderkohlenmengen gewinnen [11]).

Aus diesen Gründen erscheint es bei der verschieden anfallenden Kohle ratsam, von allzu großen Feinheiten in der Naßaufbereitung abzusehen, da gerade die von Natur aus fein anfallende Kohle den wertvollsten Bestandteil der für die Brikettierung bestimmten Kohle bildet [12]).

1930 bestand noch die Ansicht, daß eine Aufbereitung der Förderkohle für die Brikettierung bis zu einer Korngröße von 0—6 mm vollauf genügen würde [13]).

---

[1]) Braunkohle 1927, Seite 428.
[2]) Braunkohle 1929, Seite 291.
Braunkohle 1930, Seite 577.
Braunkohle 1929, Seite 1064.
[3]) Winkler, Braunkohle 1931, Seite 545.
[4]) Gebhardt, Braunkohle 1929, Seite 281.
[5]) Gebhardt, Braunkohle 1929, Seite 283.
[6]) Vgl. Schmidt, Braunkohle 1928, Seite 1010.
[7]) Vgl. Winkler, Braunkohlenarchiv, Heft 30.
[8]) Vgl. Mayer, Braunkohlenarchiv, Heft 28.
[9]) u. [10]) Vgl. Fritzsche, Braunkohle 1930, Seite 687.
Vgl. Haase, Dissertation, Clausthal 1930.
Vgl. Winkler, Braunkohle 1931, Seite 545.
Vgl. Erimescu, Braunkohle 1931, Seite 797.
[11]) Vgl. Fritzsche, Braunkohle 1930, Seite 691.
[12]) u. [13]) Vgl. Fritsche, Braunkohle 1930, Seite 691.

Praktische Erfahrungen haben dazu geführt, daß man heute mit der Naßaufbereitung noch weiter herunter geht und die Forderung stellt, daß die Förderkohlen nach dem Verlassen des Naßdienstes die Kornfraktionen 0—4 mm nicht überschreiten sollen.

Arten der Naßaufbereitung.

Man hat heute verschiedene Aufbereitungsverfahren. Im einen Falle wird die Förderkohle erst durch Brechwerke geschickt, dann gesiebt, der Durchgang unmittelbar auf das Feinkohlenband geleitet und der Überlauf weiter durch Hammermühlen oder Schleudermühlen auf die gewünschte Kornfraktion aufbereitet. Dagegen wird im anderen Falle die Kohle erst über eine Siebstraße geschickt, um die Mengen an Feinkorn bis 4 mm Durchmesser direkt zu gewinnen und dem Feinkohlenbande zuzuführen. Der verbleibende Überlauf geht dann durch Zerkleinerungsgeräte, wie Hammermühlen, Glatt- oder Stachelwalzen, um dann erneut abgesiebt zu werden. Der dann noch verbleibende Überlauf kann nach der Zerkleinerung auf eine Sortieranlage für die Aufbereitung gesiebter Rohkohle geschickt werden, oder er wird den Kesselanlagen zugeleitet, oder aber er geht zur weiteren Zerkleinerung in eine Hammermühle, um von hier aus der Brikettierkohle zugeführt zu werden.

Die Art des Naßdienstes wird jeweils von den geförderten Kohlensorten abhängig sein [14]).

Ist in einer Förderkohle viel Feinkorn enthalten, so ist wenig Zerkleinerung nötig. Der Schwerpunkt der Naßaufbereitung ist dann auf die Absiebung der Kohle zu legen. Man wird schon aus leistungstechnischen Gründen für die Siebe bei dem Vorhandensein von viel feinanfallendem Korn die Förderkohle zunächst auf ein Sieb schicken, um dadurch an Siebfläche zu sparen, die natürlich wesentlich größer dimensioniert sein müßte, wenn die gesamte Förderkohle erst nach dem Passieren eines Brechwerkes den Siebflächen zugeleitet werden würde.

Auch die Arten der verwendeten Siebe spielen für die Wahl der Aufbereitung eine ausschlaggebende Rolle. Werden z. B. moderne Rollenroste im Naßdienst verwendet, deren Leistungen pro m^2/h, z. T. 10- bis 15-fach so hoch sind wie bei den bisher üblichen Loch- oder Spaltsieben, so wird man auch zunächst die gesamte Förderung über den Rollenrost gehen lassen, um diesen möglichst gut auszunutzen. Den Durchgang nimmt man direkt auf das Feinkohlenband, den Überlauf wird man zweckmäßigerweise nach dem Passieren einer Zerkleinerungsmaschine (Hammermühle) wiederum einer Nachsiebung unterziehen.

Der Einfluß von Überkorn (größer als 4 mm) und Staub (0—1 mm) auf das Brikett.

Wichtig ist auch eine möglichst reine Absiebung der Förderkohlen für die Brikettierung. Das im Durchgang befindliche Überkorn über 4 mm Durchmesser soll 5—20% nicht überschreiten. Auch hier wird die vorhandene Kohle von Fall zu Fall Anhaltspunkte geben, wieviel Überkorn sich im Durchgang befinden darf. Bei einer weichen, sich verhältnismäßig leicht trocknen lassenden Brikettierkohle wird man mit dem Überkorn bedenkenlos höher gehen können; im übrigen ist diese Frage auch abhängig von den vorhandenen oder geplanten Nachtrocknungsanlagen.

Die richtige Auswahl der Zerkleinerungsmaschinen spielt für die Brikettierung gleichfalls eine große Rolle.

Winkler ermittelte durch Versuche an der Hammermühle mit einem Sieb von 15 mm Spaltweite und verschiedenen Tourenzahlen der Mühle die Feinkornanteile wie folgt [15]):

Feinkornanteile in Gewichts-%.

	n = 1200	n = 1500	n = 1800
0—2 mm	49,8	58,3	67,6

Man hat es in der Hand, durch Verwendung von größeren Sieben als 15 mm Spaltweite den Feinkornanteil herunterzudrücken. Da schon bei Mengen von mehr als 35—40% zu feinem Korn sich erhebliche Schwierigkeiten bei dem Preßprozeß einstellen, wird man bei sehr harten Kohlen, um den Feinkornanteil nicht zu groß werden zu lassen, in den Hammermühlen Siebe verwenden, die eine größere Spaltweite haben als 15 mm [16]).

Ganz allgemein kann man sagen, daß sich die Siebgrößen nach der vorhandenen Kohle richten müssen. Es ist aber besser und der Brikettierkohle zuträglicher, lieber mit größeren Siebweiten in den Hammermühlen zu arbeiten und einen größeren Prozentsatz an Korn bis zu 10 mm in Kauf zu nehmen. Dann müssen aber die aus den Hammermühlen kommenden Kohlen einer Nachsiebung unterzogen werden, um das für die Brikettierung schädliche Korn über 4 mm auszuhalten. Durch diesen Kunstgriff gelingt es, den Feinkornanteil 0—1 mm, den eine Hammermühle im allgemeinen im Übermaß erzeugt, auf ein erträgliches Maß herabzudrücken.

Genauere Angaben lassen sich auch hier nicht machen, vielmehr müssen die jeweils geeigneten Siebweiten und Tourenzahlen durch Versuche mit der zur Verfügung stehenden Kohle ermittelt werden [17]).

Gebhardt gibt die richtig bemessene Staubmenge (0—0,5 mm) im Trockengut mit 12—25% an [18]).

Die gestellte Forderung ist außerordentlich schwer und es ist fraglich, inwieweit sie sich bei verschiedenen Kohlenbeschaffenheiten wird erfüllen lassen.

Brikettier-Trockenkohlen, die einen zu hohen Prozentsatz Staub enthalten, geben auch dann kein einwandfreies und vor allen Dingen beständiges Brikett, wenn selbst die Trocknung richtig ist, d. h. wenn die Wassergehaltsspannen zwischen Staub und den groben Knorpeln sich in erträglichen Grenzen bewegen. Es liegt dies daran, daß die Lagerungsdichte im Preßgut, bedingt durch das hohe Volumengewicht eine außerordentlich hohe ist.

Die Hohlräume zwischen den Knorpeln im Preßgut sollen durch den Feinkornanteil (0—1 mm) nach Möglichkeit gerade ausgefüllt werden, um dadurch beim Preßvorgang eine innige Bindung der Kohleteilchen durch die kapillaren Kräfte zu erzielen. Ist ein größerer Prozentsatz an staubförmigem Korn vorhanden, als zur Ausfüllung der

[14]) Vgl. Winkler, Braunkohle 1931, Seite 753.

[15]) Vgl. Winkler, Braunkohle 1931, Seite 747.

[16]) u. [17]) Vgl. Winkler, Braunkohlenarchiv, Heft 30.

[18]) Vgl. Gebhardt, Braunkohle 1929, Seite 291.

Hohlräume zwischen den Knorpeln notwendig ist, so entstehen bei der Vorwärtsbewegung des Preßstempels durch die aus dem Formkanal entweichende Luft Staubschüsse, die ihrerseits zur Bildung von Staubspaltern Veranlassung geben.

Die Schwierigkeiten mit Briketts solcher falschen Korngemische werden sich oftmals nicht sofort zeigen, sondern u. U. erst bei der Lagerung im Schuppen des Kunden in Erscheinung treten, indem sich mit der Zeit kleine Trockenrisse bilden, die allmählich immer mehr zunehmen, die Bruchfestigkeit des Briketts schwächen und den völligen Verfall des Briketts unter ungünstigen Voraussetzungen der Lagerung herbeizuführen vermögen. Den Grund für diesen Vorgang muß man in einem anderen physikalischen Verhalten des Staubes gegenüber dem gröberen Korn suchen.

Bei einem brikettiergeeigneten Wassergehalt lassen sich aus allen Korngrößen, sowohl 0—1 mm als auch größer als 6 mm und aus Korngemischen dieser Kornfraktionen feste marktfähige Briketts herstellen. Bei schwierig brikettierbaren Kohlen macht jedoch die Herstellung von Staubbriketts Schwierigkeiten, weil die Forderung des brikettiergeeigneten Wassergehaltes sehr schwer oder gar nicht zu erfüllen ist. Die Wassergehaltsspannen innerhalb der Kornfraktionen des Feinkorns (0 bis 1 mm) sollen nach Möglichkeit gleich 0 sein, eine Forderung, die bei schwer brikettierbaren Kohlen noch nicht erfüllt werden kann. Aus diesem Grunde müssen bei diesen Kohlen Gemische von Staub und Mittelkorn den Pressen zugeführt werden. Die Verpressung von Korngemischen ist in Mitteldeutschland allgemein üblich. Aus dem Rheinlande ist bekannt, daß mit der Verpressung von Staub gute Erfolge erzielt worden sind.

Solange in Mitteldeutschland das Problem der Verpressung von Kohlenstaub nicht gelöst worden ist, muß der Staubanteil in den Kohlengemischen soweit wie möglich heruntergedrückt werden.

Diese Probleme, die gerade durch den Braunkohlenstaub für die Brikett-Fabrikation entstanden sind und deren Lösung, wie gezeigt wurde, für die Veredelung der Briketts von überaus wichtiger Bedeutung sind, zwingen dazu, auf diesem Gebiete immer mehr Erfahrungen zu sammeln und durch wissenschaftliche Studien das Problem der Vermeidung des Staubes immer mehr zu erforschen.

Bergmännische Gesichtspunkte für die Gewinnung von Brikettierkohlen.

Betriebsdispositionen zur Erreichung von brikettiergeeigneten Kohlengemischen.

Es scheint, als ob man mit der weiteren Vervollkommnung der Naßdienstaufbereitungsanlagen allein nicht zum Ziele kommen wird. Es ist deshalb in der folgenden Arbeit der Versuch unternommen worden, zunächst den reinen Bergmann wieder zu seinem Recht kommen zu lassen und mit der Untersuchung der anstehenden Kohlen im Flöz das Problem anzufassen.

Es erscheint deshalb der Mühe wert, die angeschnittenen Fragen vom reinen bergmännischen Gesichtspunkt aus zu untersuchen. Es liegt die Möglichkeit vor, daß durch betriebliche Dispositionen bei der Gewinnung und Förderung Kohlenmischungen hergestellt werden können, durch welche dem ganzen Fabrikationsprozeß weitgehend vorgearbeitet werden kann. (Rundfahrten in der Grube usw.) [19])

Auch durch Vorbunkerung der einzelnen Kohlensorten in getrennte kleine Abteilungen, aus denen die Kohle gleichmäßig auf das Transportband gegeben wird, das sie dem Naßdienst weiter zuführt, kann dem Fabrikationsbetrieb eine Kohlenmischung zugeleitet werden, die eine gewisse Gewähr für einen reibungslosen Trockendienst bietet. Es muß allerdings, bevor derartige Dispositionen getroffen werden, immer erst die Frage einwandfrei geklärt sein, ob es hingenommen werden kann, daß die einzelnen Kornfraktionsgruppen (Fein-, Mittel- und Grobkorn) der einzelnen Kohlenhorizonte wesentliche Unterschiede in den Anfangswassergehalten für den Verlauf der Trocknung aufweisen können, um die angeführten Betriebsdispositionen zu rechtfertigen. Sind die Trockeneigenschaften der verschiedenen Kohlenhorizonte annähernd gleich, so sind derartige betriebliche Maßnahmen, wie getrennte Vorbunkerung der Kohlensorten, Rundfahrten usw., gerechtfertigt. Im anderen Falle müßte die Kohlenmischung gerade unterbleiben bis nach erfolgter Trocknung. Erst dann darf die Zusammenleitung der gleichmäßig getrockneten Kohlen-Kornfraktionen wieder erfolgen.

Wahl der Strossenlänge, der Gewinnungsgeräte und Anlage der Baggerstrossen unter Berücksichtigung brikettechnischer Gesichtspunkte.

Daß das Anfangswasser der Förderkohlen für die Brikettierung eine große Rolle spielt, ist bekannt. Als Tatsache unter Brikettfachleuten steht fest, daß bei leichtem Regenwetter die besten Briketts hergestellt werden. Der Grund für diese Erfahrungstatsache ist in der gleichmäßig feuchten Kohle zu suchen, die bei leichtem Regenwetter aus der Grube kommt [20]).

Bei langen Baggerfronten ist die Vorbedingung für eine gleichmäßig entwässerte Kohle oft recht schwer zu erfüllen. Im Sommer, bei langanhaltender Sonnenhitze, trocknet der Stoß zu sehr aus; eine Unterteilung von zu langen Baggerfronten ist daher zwingende Notwendigkeit, um zu erreichen, daß der Bagger möglichst häufig an derselben Stelle arbeitet.

Auch die Wasserführung bei langanhaltendem Regen oder Schneeschmelze im Winter erfordert eine sorgfältige Überlegung, um den Stoß von den zufließenden Wässern freizuhalten.

Die Anlage der Baggerstrossen erfordert auch schon eingehende Studien über die Beschaffenheit des Flözes:

Stehen im Liegenden übermäßig harte Bankkohlenpartien an, die im Naß- und Trockendienst Schwierigkeiten bereiten, so wird man praktischerweise die Baggerstrosse so anlegen, daß die Bankkohlenpartie von hier aus nicht mitgewonnen wird, sondern eine getrennte Förderung bekommt.

[19]) Vgl. Lamprecht, Braunkohle 1931, Seite 1037.
[20]) Vgl. Gebhardt, Braunkohle 1929, Heft 15.

Für Baggergrößen und Baggertypen ist damit auch schon ein Anhaltspunkt gegeben:

Löffelbagger liefern eine viel grobstückigere Kohle als Eimerkettenbagger. Gerade für sehr harte Kohlen ist aus diesem Grunde dem Eimerbagger der Vorzug zu geben. Die Eimer werden zweckmäßig noch mit besonderen Zähnen an den Schneiden ausgerüstet, die die Kohle in kleineren Stücken vom Stoß abreißen. Unter Umständen wird ein Vorbrechwerk in der Baggerschurre denselben Zweck der Kohlenzerkleinerung bei der Gewinnung erfüllen.

Dadurch wird eine Zerkleinerung im Sinne der Brikettierung erzielt, d. h. der Staubanfall im Naßdienst wird nach Möglichkeit vermieden [21]).

Vor der Prüfung der angeschnittenen Fragen muß aber unbedingt erst die brikettechnische Seite über Trockengeschwindigkeiten der Kohlenhorizonte einwandfrei geklärt sein. Erst wenn diese Frage restlos geklärt ist, wird der Bergmann seine Dispositionen treffen können. Grundsatz muß immer bleiben, daß die Grubendispositionen über Aufschluß, Förderung und Bunkerung sich nach dem Stande der Brikettechnik und Briketteignung zu richten haben.

Es kann u. U. durch eingehende Untersuchungen des Trocknungsvorganges einer Brikettfabrik festgestellt werden, daß die Gewinnungs- und Förderdispositionen die an sie gestellten Forderungen in brikettechnischer Hinsicht nicht erfüllen, und daß sich Änderungen notwendig machen.

Durch diese Hinweise soll gezeigt werden, daß eine Zusammenarbeit des Bergmanns mit dem Brikettfachmann nicht zu umgehen ist, eine Tatsache, die leider sehr häufig außer acht gelassen wird, sehr zum Nachteil des ganzen Brikettierbetriebes.

Veranlassung für die vorliegende Untersuchung.

Staubaufwirbelung bei den Förderkohlen in der Grube.

Veranlassung zu dieser Arbeit war eine Beobachtung, die während des Betriebes gemacht wurde.

Am Bagger und beim Kippen der Großraumwagen mit der normalen Förderkohle aus sämtlichen Kohlenhorizonten einer mitteldeutschen Braunkohlengrube wurde beobachtet, daß eine mächtige Staubwolke aufgewirbelt wurde. Es lag nun der Gedanke nahe, daß die Förderkohle einen ziemlich hohen Prozentsatz an feinem staubförmigen Korn aufweist, das einen geringeren Wassergehalt hat als die gröberen Kornfraktionen, wodurch die Staubaufwirbelung begünstigt wird.

Dieser Gedankengang wurde weiter verfolgt und die Frage aufgeworfen, ob etwa unter den angenommenen Verhältnissen eine Trennung der einzelnen Kornfraktionen von 0—10 mm bereits durchzuführen ist, bevor die Rohkohle den einzelnen Trockenapparaten zugeführt wird.

Die Kohle müßte dann in die Kornfraktionen eingeteilt werden, die in bezug auf ihren Wassergehalt am meisten aneinander grenzen. Diese einzelnen Kornfraktionen würden alsdann den Trocknungsprozeß vollkommen getrennt voneinander durchzumachen haben und nach der Trocknung wäre durch Zusammenleiten der einzelnen getrockneten Kornfraktionen in eine Transportschnecke eine innige Mischung für die Brikettierung herzustellen.

Es ist anzunehmen, daß eine Trocknung von Kohlen annähernd gleicher Kornfraktionen einen Trocknungsgrad erreichen läßt, der nur sehr geringe Wassergehaltsspannen aufweist, zumal auch bei annähernd gleichen Kornfraktionen die Konstanthaltung des Raumgewichtes gegeben ist, ein Umstand, der für die Trocknung von ausschlaggebender Bedeutung ist.

Die Frage der Wirtschaftlichkeit soll bei den hier vorliegenden Untersuchungen zunächst außer acht gelassen werden. Es soll vielmehr nur ganz grundsätzlich die Frage der Trennung von den an den Stößen anfallenden Förderkohlen einer Untersuchung unterzogen werden. Ob sich die Kosten teurer Förderanlagen bei einem positiven Ausfall der Untersuchungen rentieren würden und auf welche Art das Problem zu lösen wäre, müßte einer besonderen Untersuchung vorbehalten werden.

Die Bedeutung des Raumgewichtes für die Trocknung und Brikettierung.

Bei den Untersuchungen der einzelnen Kohlenhorizonte und der Kornfraktionen auf ihre Trockeneigenschaften hin wurde auf die Ermittlung der Raumgewichte besondere Sorgfalt verwandt.

Das Raumgewicht spielt für den Trocknungsvorgang eine ganz besondere Rolle; es ist abhängig von dem spez. Gewicht einer Kohle und ihrer Kornzusammensetzung. Bei verschiedenen Verhältnissen wird sich der Trocknungsgrad einer Kohle bei einem Wechsel des Raumgewichts nicht nur im Durchschnittswassergehalt ändern, sondern auch in der Wassergehaltsspanne zwischen grobem und feinem Korn [22]).

Da es aber gerade auf die Wassergehaltsspannen ankommt und hauptsächlich wegen dieser die Trockenversuche in den einzelnen Kornfraktionen getrennt durchgeführt wurden, ist auf die Ermittlung der Raumgewichte besondere Sorgfalt verwandt worden.

Von ganz besonderer Bedeutung ist das Raumgewicht bei der Trocknung von Kohlen in Betrieben mit Röhrentrocken-Apparaten, weil der Füllprozeß durch ein größeres Raumgewicht wesentlich beeinflußt wird und auch der Trocknungsgrad bei einer Änderung des Raumgewichtes Schwankungen unterworfen ist [23]).

Bei den Tellertrocknern treten die Einflüsse des Raumgewichtes auf den Füllprozeß zurück.

Für beide Trocknerarten spielt aber das Raumgewicht insofern eine bedeutende Rolle, als die Lagerungsdichte vom Raumgewicht abhängig ist und eine dicht gelagerte Kohle nur schlecht und ungleich auftrocknen kann, wenn nicht für eine ständige gleichmäßige Wendung des Gutes während des Trocknungsprozesses gesorgt wird.

[21]) Vgl. Fritzsche, Braunkohle 1930, Seite 691.

[23]) Vgl. Winkler, Braunkohle 1931, Seite 574.
Vgl. Lamprecht, Braunkohle 1931, Seite 1110.

[22]) Vgl. Winkler, Braunkohlen-Archiv, Heft 30.

Da sich nach den obigen Ausführungen mit dem Wechsel des Raumgewichtes auch die Wassergehaltsspannen zwischen dem Grob- und Feinkorn mehr oder weniger ändern müssen, so ergibt sich ohne weiteres als zwingende Notwendigkeit, daß man Mittel und Wege sucht, die einen Wechsel des Raumgewichtes der zu trocknenden Kohle nach Möglichkeit völlig ausschalten oder zumindest in solchen Grenzen sich bewegen läßt, daß die nach der Trocknung noch auftretenden Wassergehaltsspannen so gering sind, daß ihre schädliche Wirkung praktisch behoben ist.

Versuche.

Beschreibung der Versuchsanordnungen.

Um die Untersuchungen durchführen zu können, mußten zunächst im Flöz selbst Versuche angestellt werden.

Die den Untersuchungen zugrunde liegende Kohle stammt aus drei verschiedenen Kohlenhorizonten einer mitteldeutschen Braunkohlengrube.

Die für die Arbeit notwendigen Unterteilungen des Kohlenfeldes in seiner horizontalen und vertikalen Ausdehnung waren durch die vorhandenen Kohlenstrossen gegeben. Es ist selbstverständlich, daß unter den gegebenen Verhältnissen im Rahmen des vorhandenen Aufschlusses die Flöz-Untersuchungen vorgenommen worden sind (Abb. 1).

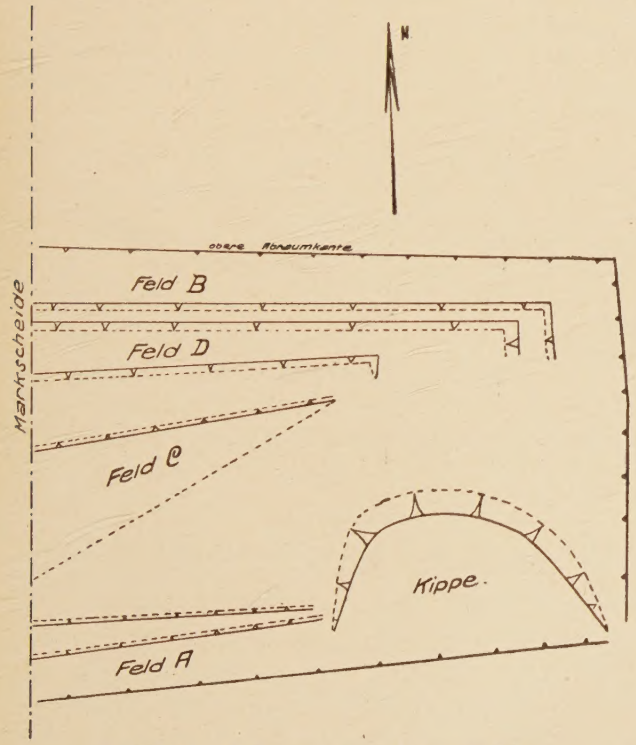

Abb. 1. Schema des Abbaufeldes

Die Siebung der Förderkohle wurde mit zwei verschiedenen Siebsätzen durchgeführt. Einmal wurden die am Bagger anfallenden Förderkohlen der drei in Frage kommenden Kohlenhorizonte klassiert in die Kornfraktionen:

> 80 mm
60—80 mm
40—60 mm
30—40 mm
20—30 mm
15—20 mm
< 10 mm

Es wurden für diese Siebungen Lochsiebe benutzt mit den Ausmaßen 750×450 mm. Vom Förderbande wurde eine abgeschätzte Kohlenmenge von etwa 1 t entnommen, die dann mittels der einzelnen Siebe vom Groben zum Feinen abgesiebt wurde. Die verbleibenden größeren Stücke von jeder Siebung wurden genau gewogen, ebenso wie der durch das letzte Sieb mit 10 mm Lochweite hindurchgehende Teil. Diese ganzen Siebungen wurden dann auf die Einheit einer Tonne umgerechnet und die mengenmäßigen Anteile der einzelnen Kornfraktionen prozentual errechnet.

In den graphischen Zusammenstellungen der ermittelten Ergebnisse, den Siebkurven, bezeichnen die Ordinaten die Kornfraktionen. Die Abszissen geben einmal den Mengenanteil, das andere Mal die Wassergehalte in Prozenten an.

Die Siebkurven sind so gezeichnet worden, daß vom kleinsten Korn angefangen die gröberen Kornfraktionen immer addiert worden sind. Es ergeben sich dadurch parabelähnliche Kurven, die es ermöglichen, die Kornanteilmenge z. B. 0—4 mm sofort an den Abszissen abzulesen.

Will man eine Kornfraktion für sich allein haben, so muß die Differenz genommen werden. Zum Beispiel ist die Kornfraktion 4—5 mm zu erhalten aus der Differenz 0—5 mm minus 0—4 mm.

Abweichungen in den Siebkurven von der sonst ebenmäßig verlaufenden Parabel zeigen Siebfehler an, die durch Verschmieren der Siebe entstehen können.

In den vorliegenden Siebkurven sind derartige Fehler z. T. vorhanden in den Kornfraktionen 0—1 mm. Die durch die Absiebung erhaltenen Werte sind richtig (ohne Interpolation) eingetragen worden. Die Siebkurve selbst wurde jedoch durchlaufend gezeichnet.

Die die Wassergehalte anzeigenden Kurven sind durch gleiche Signaturen der Linien mit den Siebkurven ohne weiteres verständlich; z. B. Feld B — Tiefschnitt = punktierte Linie.

Die Siebungen der Kornfraktionen < 10 mm wurden mit einem Normalsiebsatz DINORM 1171 durchgeführt.

Die Absiebung mit dem Sieb mit der Maschenweite 0,25 mm ergab kein reines Korn mehr, so daß diese Siebung bei der Kohle vom Feld A und bei der gemischten Kohle vom Feinkohlenbande außer acht gelassen werden mußte.

Auch die Kornfraktionen 0,25—0,5 u. 0,5—1 mm zeigten nicht mehr die scharfe Trennung, wie die anderen abgesiebten Kornfraktionen. Trotzdem sollen beide Kornfraktionen mit angeführt werden, um gerade für die mittels Siebung erreichbaren feinsten, an Staub grenzenden Kornfraktionen ein Bild zu erhalten über ihre mengenmäßigen Anteile und ihre Wassergehalte. Genauere Angaben erhält man aus den Feinheitskennlinien der Diagramme.

Zur Ermittlung der Raumgewichte wurde ein quadratischer Blechbehälter mit 100 mm Seitenlänge, 50 mm Höhe und 500 cm³ Inhalt verwendet. Der Behälter wurde mit der zu bestimmenden Kohle ganz lose gefüllt und dann glatt abgestrichen. Alsdann wurde die Kohlensubstanz genau gewogen und das Gewicht auf die Raumeinheit umgerechnet.

Die Abstufungen der Korngrößen sind in der Arbeit als Kornfraktionen bezeichnet worden.

Eine feinere Absiebung als bis zur Kornfraktion von 0,25 mm wurde für unnötig erachtet, da bis zu 0,25 mm das Staubkorn gerechnet wird. Da es sich außerdem bei den in der Arbeit vorkommenden Siebungen lediglich um Förderkohle mit ihrem vollen Wassergehalt handelt, ist eine feinere Absiebung

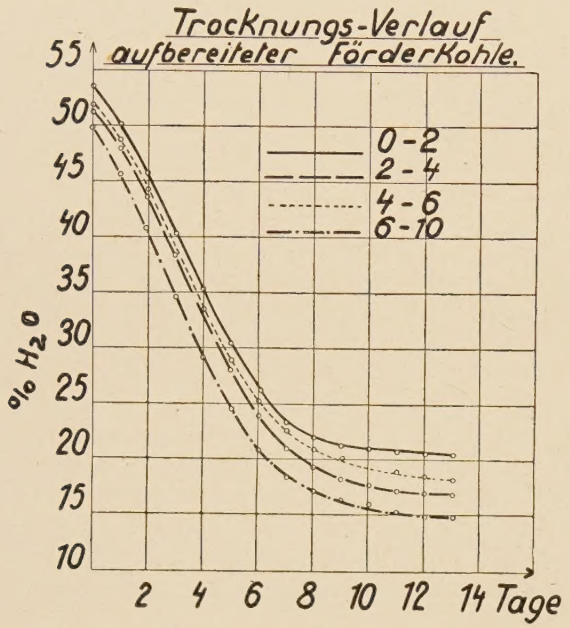

Abb. 2

als bis zu 0,25 mm Korndurchmesser in den meisten Fällen überhaupt nicht mehr möglich, wobei zu bemerken ist, daß auch innerhalb von 0,25 mm—2,0 mm die saubere Absiebung bei hohem Wassergehalt der Kohle problematisch ist. In fraglichen Fällen müßten dann Folgerungen aus dem Verlauf der vorher beschriebenen Feinheitskennlinien gezogen werden.

Von 0,25—2,0 mm wird das Feinkorn gerechnet, das Mittelkorn von 2—4 mm. Als Grobkorn bezeichnet man normalerweise das Korn größer als 4 mm. In der Arbeit ist das Grobkorn nochmals unterteilt worden in die zwei Klassen: 4—6 und 6 bis 10 mm. Diese Unterteilung ist aus dem Grunde vorgenommen worden, um die Eigenschaften aller anfallenden Kornfraktionen kleiner als 10 mm genau untersuchen zu können.

Da das Überkorn über 6 mm den ganzen Trocknungsprozeß weitgehend beeinflussen kann, was ja gerade in der vorliegenden Arbeit kritisch untersucht werden soll, wurde die Kornfraktion 6—10 mm zu den Untersuchungen noch hinzugezogen. Eine noch weitgehendere Unterteilung wurde jedoch nicht für notwendig erachtet, da bei wesentlich abweichenden Eigenschaften der Kornfraktionen 6—10 mm dem Übel im Naßdienst zu Leibe gegangen werden müßte, d. h. diese Korngrößen müßten vollkommen verschwinden.

Was die Ermittlungen der Trockengeschwindigkeiten der einzelnen Kornfraktionen anbelangt, so konnten diese nur auf dem Wege der Lufttrocknung durchgeführt werden. Die zu trocknenden Kohlen wurden am Gewinnungsort ausgesiebt und zunächst in fest schließenden Blechbüchsen aufbewahrt. Beim Auslegen wurden zuerst die Büchsen sämtlicher auszulegender Kohlensorten zur selben Zeit geöffnet.

Hierauf wurden von jeder Probe 500 g Kohlesubstanz abgewogen und diese Menge auf Pappdeckeln von 400×200 mm Ausmaß in einer möglichst gleichmäßigen Schicht ausgebreitet. Die Gewichte der Pappdeckel wurden vorher genau bestimmt.

Nun wurden an jedem Tage um dieselbe Zeit alle ausgelegten Kästen in derselben Reihenfolge gewogen und die Gewichtsdifferenzen gegen den vorhergehenden Tag eingetragen. Nach der Wägung wurden die Kohlen gewendet. Die Wägungen wurden solange durchgeführt, wie eine Gewichtsabnahme festzustellen war. Erst als eine Stagnation der ausgelegten Kohlen in ihren Gewichten eingetreten war, oder ein leichtes Ansteigen der Gewichte wieder eintrat, wurden die Trockenversuche abgebrochen, da dann die Kohle als völlig lufttrocken anzusprechen ist.

Eine Menge von ungefähr 50 g jeder Kohlensorte wurde vor der Auslage zurückbehalten und mittels des Xylolverfahrens auf ihren Wassergehalt untersucht. Die zu trocknende Kohle selbst wurde vor dem Ausbreiten noch zur Bestimmung der Raumgewichte verwandt, desgl. auch nach beendeter Lufttrocknung.

Täglich wurde an einem Hygrometer die prozentuale Luftfeuchtigkeit abgelesen, desgl. auch die in dem Trockenraum herrschende Temperatur in Grad Celsius. Die sich ergebenden Zahlen wurden ebenfalls den einzelnen Tabellen beigefügt, um für Unregelmäßigkeiten in der Trocknung eine sofortige Erklärung zu haben.

Der Trocknungsfortschritt wurde graphisch dargestellt (Abb. 2). Die Ordinaten ergeben die Wassergehalte und die Abszissen zeigen den jeweiligen Stand der Trocknung an.

Vorversuch:
Untersuchung der Kohle vom Feinkohlenbande.

Absiebung.

Zur Untersuchung der angeschnittenen Fragen wurde zunächst von der Rohfeinkohle, die der Trocknung zugeführt wird, ausgegangen.

Nachdem diese durch den Naßdienst gegangen ist, wo sie bis auf eine Korngröße von 6 mm aufbereitet wurde, ist eine Kohlenprobe entnommen worden. Diese wurde mittels Handsiebung in die angeführten Kornfraktionen getrennt und die Wassergehalte der einzelnen Kornfraktionen mittels des Xylolverfahrens bestimmt. Die Ergebnisse sind in Zahlentafel 1 zusammengestellt.

Zahlentafel 1

Kornfraktion:	Anteil %	Wasser %	absol. Wassermenge (errech.) g	Raumgewicht to m³
größer als 10	1,3	48,9	0,63	0,614
8— 10	3,1	49,5	1,54	0,604
6— 8	7,3	51,4	3,75	0,598
5— 6	6,8	52,2	3,55	0,588
4— 5	8,7	51,9	4,52	0,584
3— 4	11,4	51,0	5,80	0,580
2— 3	16,4	51,9	8,50	0,560
1— 2	14,0	53,1	7,27	0,498
0,5—1,0 [24]	11,0	53,8	6,08	0,510
0,0—0,5	20,0	54,0	10,80	0,550
	100,0		52,44 %	

Zur Kontrolle wurden die Wassergehalte der einzelnen Kornfraktionen mit ihren Anteilziffern multipliziert und dann durch 100 dividiert. Dadurch bekommt man die in den einzelnen Kornfraktionen enthaltenen absoluten Wassermengen, die addiert den Durchschnittswassergehalt ergeben.

Bei der Probenahme wurde ein schmaler Streifen von der ganzen Bandbreite entnommen, um alle anfallenden Kornfraktionen zu erfassen, da schon auf dem Bande eine auffallende Entmischung der Kohlen wahrzunehmen ist. Nach den Rändern zu sind die gröberen Kornfraktionen zum großen Teil abgesondert.

Daß bei diesem Versuch Kornfraktionen über 6 mm vorhanden sind, während der Naßdienst nur bis zu 6 mm Durchmesser aufbereitet, liegt an der Verwendung von Spaltsieben, die ein Durchgleiten langer, schmaler Kohlenstücke ermöglichen. Bei der Nachprüfung mit dem Handsiebsatz bleiben diese auf dem Rundlochsieb als Überkorn zurück.

Da die gröberen Kornfraktionen für die Brikettierung nicht mehr in Frage kommen, wurde eine Probenahme vom Feinkohlenbande zunächst für den Versuch als ausreichend angesehen.

Wird die vorstehende Tabelle ausgewertet, so ersieht man, daß der Kornanteil 0—2 mm mit zusammen 45 % verhältnismäßig groß ist (s. Abb. 3).

[24]) Nicht mehr scharf von einander zu trennen, aber aus den Feinheitskennlinien bestimmbar (siehe Abb. 3.)

Die Tabelle zeigt aber auch weiter, daß gerade das Feinkorn mit 53,6 % Wassergehalt im Durchschnitt weitaus am feuchtesten ist. Die Korngrößen 2—4, 4—6 und 6 mm bis > 10 mm sind in bezug auf ihre mengenmäßige Beteiligung und auf ihre Wassergehalte nicht so sehr voneinander verschieden.

Die Trennung in die Kornfraktionen < 2 mm war bei dieser Kohle schon nicht mehr klar durchzuführen. Einen genauen Einblick in ihre mengenmäßigen Anteile erhält man aber durch die Feinheitskennlienien in der Abb. 3.

Die Absiebung ist bis auf eine Korngröße von 0,5 mm durchgeführt worden, um einen Einblick in die Wassergehaltsunterschiede in den einzelnen Kornfraktionen zu bekommen, die sich unterhalb 2 mm befinden.

Lufttrocknung bei ruhendem Korn 500 g Kohlensubstanz.

Zur weiteren Untersuchung der Kohlen vom Feinkohlenband sind die einzeln ausgesiebten Kornfraktionen der Lufttrocknung ausgesetzt worden. Nach 13 Tagen wurde der Versuch abgebrochen, da Gewichtskonstanz eingetreten war (siehe Abbildung 2 und Zahlentafel 2).

Zur genauen Erkennung und Auswertung des Trocknungsvorganges wurden von den täglich ermittelten Gewichtsverlusten (dv) und den genauen Zeiten (dt), innerhalb deren die Gewichtsverluste eingetreten waren, die Differenzen-Quotienten $\frac{dv}{dt}$ gebildet und dadurch Kennziffern erhalten, die die weiteren Untersuchungen erleichtern und anschaulicher gestalten sollen (vgl. Zahlentafel 3).

Mit Hilfe dieser Kennziffern wurden nun verschiedene Kurven aufgetragen, um den Trocknungsvorgang klarzulegen. Die anschaulichste ist in Abb. 4 wiedergegeben.

Aus diesem Bilde ersieht man, daß die Trockengeschwindigkeit nicht gleich ist, sondern am Anfange wächst und am Ende wieder abfällt.

Bei der vollkommen gleichmäßigen Verdunstung einer Flüssigkeit, die einmal abhängig ist von der Verdunstungsoberfläche, zum anderen von

Zahlentafel 2

Lufttrocknung der aufbereiteten Förderkohle vom Feinkohlenbande.

Korngröße mm	H 20-% (Xyl) vor d. Trocknung	H 20-% (Xyl) nach d. Trocknung	Wassergehalt (errechnet) Tage: 0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Raumgewicht vor d. Trocknung	Raumgewicht nach d. Trocknung
0— 2	53,6	20,4	53,6	50,2	45,9	40,4	35,7	30,7	26,4	23,5	22,1	21,3	21,0	20,8	20,4	20,4	0,517	0,501
2— 4	51,5	16,8	51,5	48,2	44,1	38,6	33,5	28,4	24,0	20,8	19,2	18,2	17,9	17,1	16,9	16,9	0,570	0,494
4— 6	52,1	18,3	52,1	48,8	44,4	38,5	33,7	28,8	25,3	22,4	21,0	20,4	20,0	18,8	18,3	18,2	0,586	0,490
6—10	49,9	14,7	49,9	45,9	41,0	34,8	29,3	24,6	20,8	18,3	17,1	16,3	15,9	15,3	14,7	14,7	0,605	0,490

Tage:	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Rel. Feuchtigkeit der Luft-%	59	60	62	67	60	59	58	57	61	59	61	59	58	61
Temperatur °Cels.	19	19	18	21	20	15	16	17	17	18	18	20	21	21

Siebkurven und Wassergehalte der aufbereiteten Förderkohle

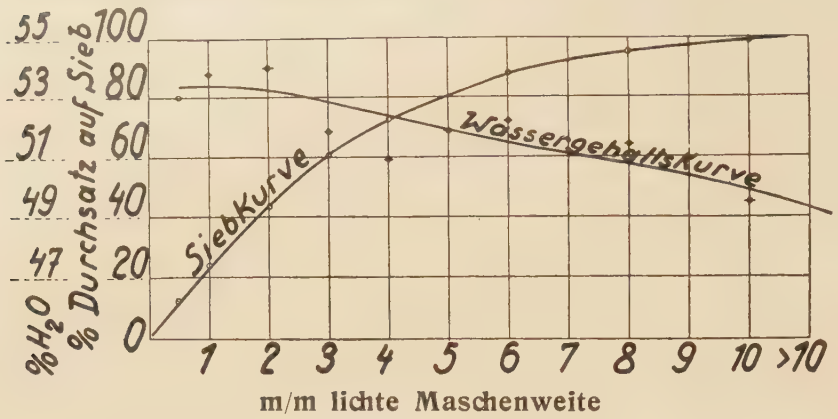

Abb 3.

der Zeit[25]), wird sich eine Kurve ergeben, die sich sofort auf die errechnete Kennziffer einstellt und dann einen geradlinigen Verlauf bis zur Gewichtskonstanz nimmt, d. h. bei einer Flüssigkeit bis zur völligen Auftrocknung oder bis zu einer plötzlichen Unterbrechung des Versuches.

Um dieses Idealbild bei der Trocknung von Braunkohlen zu erreichen oder sich ihm zu nähern, ist es aber notwendig, den Trocknungsverlauf in gleichen Zeit- oder Trocknungsabschnitten festzulegen.

Dies wurde in Intervallen von 5 zu 5% durchgeführt und dabei festgestellt, daß bis zur Heruntertrocknung auf 45% Wassergehalt die Trocknungsgeschwindigkeiten der einzelnen Kornfraktionen verschieden sind. Von der 45- zur 20-%-Linie sind die Trocknungsgeschwindigkeiten gleich, dann divergieren sie wieder.

Das feinste Korn 0—2 mm trocknet am schnellsten und stellt sich bei 20,4% auf Gewichtskonstanz ein, deshalb verlangsamt sich die Trocknungsgeschwindigkeit bei dieser Kornfraktion schon von der 25-Prozent-Linie an.

Der Trocknungsvorgang ist derart zu erklären, daß eine Zunahme der Trocknungsgeschwindigkeiten erst stattfindet, wenn die oberste Schicht der Kohlenkörnchen ausgetrocknet ist. In diesem Moment beginnt der Schrumpfungsprozeß der Kohle, die Kapillaren verengen sich und durch Verengung wird die Steigfähigkeit des in den Kapillaren gebundenen Wassers erhöht. Die Austrocknung kann nun schneller erfolgen, weil nur das in den Kapillaren aufgestiegene Wasser der Verdunstung ausgesetzt ist.

Nähert sich nun der Trocknungsvorgang seinem Ende, d. h. dem Moment, in dem der Kohlenknorpel das Bestreben hat, sich auf Gewichtskonstanz einzustellen, so tritt wiederum eine Verzögerung der Trocknungsgeschwindigkeit ein. Der Schrumpfungsprozeß ist dann beendet und es fehlt dadurch gewissermaßen der Nachschub des kapillar gebundenen Wassers bis zur Verdunstungsoberfläche. Es trocknet dann nur noch das in den Kapillaren gebundene Wasser in den Kapillarröhrchen selbst bis zu einem gewissen Grade, ohne daß eine Unterstützung des Trocknungsvorganges durch Erhöhung der Steigfähigkeit infolge Verengung der Kapillaren durch Schrumpfung noch stattfindet.

[25]) Vergl. Weiß, Seite 20.

Zahlentafel 3

Trockengeschwindigkeiten der aufbereiteten Förderkohle vom Feinkohlenbande.

Stand der Trocknung	dv = Abnahme in %	dt = Zeit Std.	$\frac{dv}{dt}$	$\frac{dv}{dt}$ (addiert)
	Kornfraktion 0—2 mm			
53,6				
50,2	3,4	24	0,14	
45,9	4,3	24	0,18	0,32
40,4	5,5	24	0,23	0,55
35,7	4,7	24	0,19	0,74
30,7	5,0	24	0,20	0,94
26,4	4,3	24	0,18	1,12
23,5	2,9	24	0,12	1,24
22,1	1,4	24	0,06	1,30
21,3	0,8	24	0,03	1,33
21,0	0,3	24	0,01	1,34
20,8	0,2	24	0,009	1,35
20,4	0,4	24	0,01	1,36

Die Abb. 4 bestätigt den Verlauf der beschriebenen Theorie in allen Phasen. Aus dem Bild sieht man, daß die Trocknungsgeschwindigkeit am größten ist, je steiler die Linie verläuft.

Zwischen 45 und 20 % bzw. 25 % beim feinsten Korn 0—2 mm, ist der Trocknungsverlauf als absolut gleichmäßig anzusehen.

In der Abb. 4 wurden die in der Zahlentafel 3 gefundenen Werte $\frac{dv}{dt}$ fortlaufend addiert und dann aufgetragen.

Die Kurven zeigen eindeutig, daß nur an den Randgebieten bis zur Erreichung der 45-%-Linie und nach Verlassen der 20- resp. 25-%-Linie Abweichungen im Trocknungsverlauf vorhanden sind, während der mittlere Teil völlig gleiche Trocknungsgeschwindigkeiten erkennen läßt. Der Kapillarschwund klingt ab bei etwa 20%. Das Wasser zieht sich zurück, die Kräfte, die der Verdunstung entgegenarbeiten, werden von hier ab größer.

Aus den Abb. 3 und 4 ist weiter zu ersehen, daß die 4 Kornfraktionen nach beendeter Trocknung verschiedene Endwassergehalte aufweisen.

Das Korn 0—2 mm bekommt Gewichtskonstanz bei der Lufttrocknung und 500 g ausgelegter Kohlensubstanz, bei ruhendem Korn, bei einem Endwassergehalt von 20,4%. Der Anfangswassergehalt betrug 53,6%, mithin ist die Differenz im Wassergehalt von 53,6—20,4=33,2% aufgetrock-

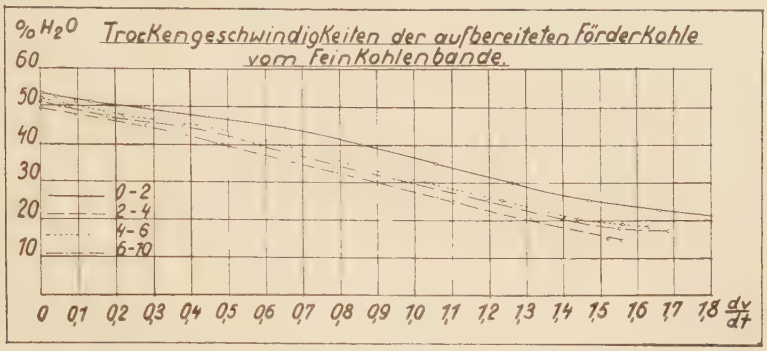

Abb. 4

net worden. Die Kornfraktionen 6—10 mm trockneten herunter von 49,9 auf 14,7%, also um 35,2%, oder um 2% mehr als das feinste Korn. Die Kornfraktionen 2—4 und 4—6 mm liegen genau in der Mitte mit 34,6 und 33,9% aufgetrocknetem Wasser. Diese Erscheinung ist dadurch zu erklären, daß das feine Korn eine viel größere Lagerungsdichte hatte, durch welche der Luftzutritt verhindert wurde. Dies tritt dadurch noch klarer vor Augen, wenn man die Schichthöhen der ausgelegten Kohlenproben mit Hilfe des Raumgewichtes vor und nach Beendigung des Trocknungsversuches genau berechnet (siehe Zahlentafel 4).

Zahlentafel 4

Kornfraktionen mm	Schichthöhen vor Beginn der Trocknung	Schichthöhen nach Beendig. der Trocknung	Volumen-Verminderung %
0— 2	0,323	0,182	56
2— 4	0,356	0,179	50
4— 6	0,366	0,179	49
6—10	0,378	0,180	47

Aus der Zahlentafel 4 ist klar zu ersehen, in welchem Maße die einzelnen Kornfraktionen bei der Lufttrocknung zusammenschrumpfen [26]). Das Feinkorn 0—2 mm hat mit 56% Volumenverminderung die größte Zusammenschrumpfung erfahren, das Grobkorn 6—10 mm mit 47% die kleinste. Es leuchtet ein, daß das Feinkorn nach diesem Schrumpfungsprozeß noch wesentlich dichter liegt als die gröberen Kornfraktionen, und daß auf Grund dieser Dichte eine weitere Trocknung sehr erschwert ist, wenn das Korn sich in Ruhe befindet.

Benade hat Untersuchungen angestellt über „Die Abhängigkeit des Volumens verschiedener Braunkohlen vom jeweiligen Wassergehalt“ [27]). Die dort gefundenen Versuchsergebnisse laufen da hinaus, daß mit der fortschreitenden Trocknung eine Vergrößerung des Substanzvolumens der bergfeuchten und getrockneten Braunkohle um 9,4—13,7% stattfinden soll.

Ein Blick auf die Füllseite eines Röhrentrockners einerseits und auf die Ausfallseite andererseits läßt unschwer die gewaltige Volumenverminderung erkennen, die während des Trocknungsvorganges beim Durchlaufen der Rohre stattgefunden hat.

Benade hat in seinen Untersuchungen die spez. Gewichte der dichten Substanz gemessen unter Ausschaltung der Porenräume, die bei der Lagerung von körnigem Gut zwischen den Körnern vorhanden sind.

Brücksichtigt man, daß das Kohlenwasser das spez. Gewicht von 1 und die wasserfreie Braunkohlensubstanz das spez. Gewicht von 1,55 hat, so ist es ohne weiteres einleuchtend, daß das spez. Gewicht von Braunkohle mit der Abnahme des Wassergehaltes steigt.

Die oben gefundenen Versuchsergebnisse bei der Lufttrocknung treffen im Großtrockner der Praxis n i c h t zu, weil dort das Gut beständig gewendet wird und allseitig in der Lage ist, Wasser an die Trocknungsatmosphäre abzugeben.

Bei der maschinellen Trocknung müssen sich daher Differenzen in den Trockengeschwindigkeiten schneller äußern, als dies bei der Lufttrocknung der Fall ist.

Die Untersuchung des Trocknungsverlaufes bei ruhendem Korn und bei Lufttrocknung ist aber von Wichtigkeit, weil sie, wie nachgewiesen wurde, verhältnismäßig schnell und einfach einen sicheren

[26]) Vergl. Agde und Hubertus, Braunkohle 1932, Seite 877.

[27]) Vergl. Braunkohle 1932, Heft 48 und 49.

Siebkurven der 3 Kohlenhorizonte.

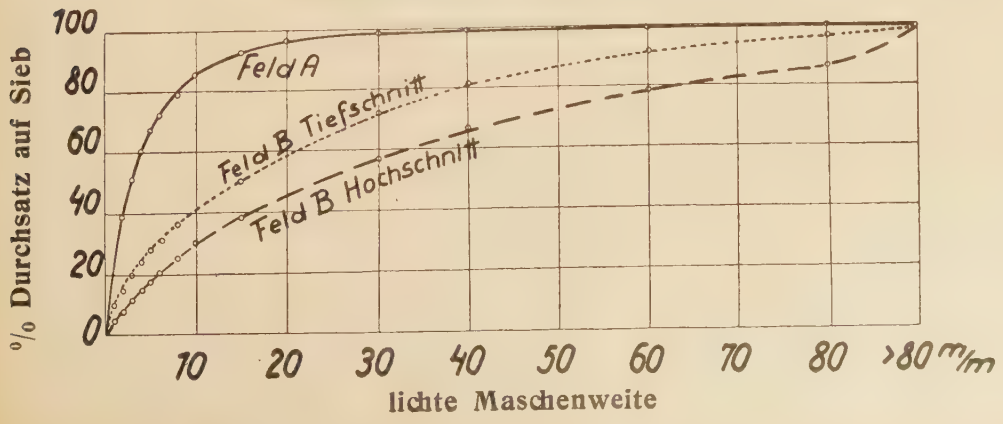

Abb. 5

Nachweis über die Trocknungsgeschwindigkeiten der einzelnen Korngrößen überhaupt gestattet.

Die Untersuchungen haben gezeigt, daß Staub-, Mittel- und Grobkorn aus derselben Kohlesubstanz bestehen, und daß von Natur aus Differenzen in den Trocknungsgeschwindigkeiten nur in geringem Maße zu Beginn und am Ende des Trocknungsprozesses vorliegen.

Es muß also im Betriebe am Beginn und am Ende der Trocknung so eingegriffen werden in den Trocknungsprozeß, daß diese Unterschiede in den Trocknungsgeschwindigkeiten ausgemerzt werden.

Bei den später folgenden Untersuchungen, die die tatsächlichen Verhältnisse im Großtrockner berücksichtigen, werden die gefundenen Ergebnisse bestätigt. Es zeigt sich da, daß die Zeit, in der das Korn durchwärmt wird, und die der eigentlichen Wasserabgabe vorangeht, beim Feinkorn klein ist, beim Grobkorn dagegen groß. Die Wasserabgabe beginnt daher beim Feinkorn wesentlich früher als beim Grobkorn.

Am Ausfallende des Großtrockners erhält man in der Regel ein wesentlich trockeneres Feinkorn als Grobkorn. Der Unterschied zwischen der verschiedenartigen Trocknung zwischen Fein- und Grobkorn ist eben die Wasserspanne.

Diese Wasserspanne hat mit den Trocknungsgeschwindigkeiten der einzelnen Kornklassen nichts zu tun, sie ist vielmehr eine Funktion der Durchwärmungsgeschwindigkeit einerseits und andererseits eine Funktion der Kräfte, die der Verdunstung im Korn selbst entgegenwirken, d. h. der Korngröße bzw. der freien Kohlenoberfläche, die der Trocknungsatmosphäre dargeboten wird.

Der Austritt des Wassers aus dem Korn ist beim Trocknungsapparat erleichtert bei einem Korn von kleinstem Durchmesser mit der dortigen relativ großen Oberfläche. Mit zunehmendem Durchmesser und Abnahme der Oberfläche ist der Wasseraustritt erschwert.

Ein weiteres Moment, daß die Wasserspanne bei der Trocknung im Trockenapparat vergrößert, ist die Wandergeschwindigkeit der einzelnen Kornklassen durch den Trockner hindurch. Hierauf wird später noch näher eingegangen werden.

Für die weiteren Untersuchungen ist von Wichtigkeit zu wissen, welche Zusammensetzung die Kohle des Feinkohlenbandes aus den drei angeführten Kohlenhorizonten an dem Versuchstage hatte, um von hier aus für die später folgenden Trocknungsversuche Vergleichswerte zu erhalten.

Zusammensetzung und Mischungsverhältnisse der Kohlen vom Feinkohlenbande am Versuchstage.

Die Probe vom Feinkohlenbande wurde entnommen an einem Sommertage in der Frühschicht. Die Förderung an diesem Tage in der Zeit von 6—14.30 Uhr betrug 3713 t und setzte sich zusammen wie folgt:

Feld A	1320 t =	35%
„ B — Hochschnitt	1540 t =	43%
„ C	853 t =	22%
	3713 t =	100%

Die Kohle vom Feld C wird einem Feldesteile entnommen, dessen Lebensdauer in einigen Monaten beendet ist. Diese Kohle ist deshalb für die späteren Versuche ganz außer acht gelassen worden. Im übrigen ähnelt sie der Kohle vom Feld A, eine feine, erdige, knorpelarme Kohle mit einem ziemlich hohen Wassergehalt, die infolge ihrer Weichheit sehr zum Verschmieren der Siebe beiträgt und eine scharfe Trennung der Kornfraktionen unterhalb 2 mm nur mit Hilfe der Kennlinien aus den Siebkurven möglich macht. Die Förderung am Tage der Probenahme wurde in der Frühschicht wie folgt angeliefert:

Zahlentafel 5

	6—9.30	10—12	12—14.30 Uhr
Feld A	660 t = 41,3%	330 t = 34,4%	330 t = 28,4%
Feld B — Hochschnitt	550 t = 34,5%	440 t = 45,9%	550 t = 47,8%
Feld C	385 t = 24,2%	192 t = 19,7%	276 t = 23,8%
	1595 t = 100%	962 t = 100 %	1156 t = 100 %

Die Probenahme erfolgte etwa um 8 Uhr vorm. Die stündlichen Wasserschnellbestimmungen mit einem DK-Apparat, die in beiden Fabriken regelmäßig vorgenommen werden, zur Kontrolle und Regulierung des Trockendienstes, zeigten an diesem Tage einen ziemlich gleichmäßigen Verlauf.

Der Betrieb hatte die Anweisung, die angelieferten Kohlen bis auf einen Endwassergehalt zwischen 15 und 17% herunterzutrocknen.

Kleine vorkommende Schwankungen im Trocknungsverlauf finden ihre Erklärung in einer Änderung der angelieferten Förderkohlen, die hauptsächlich auf einer Schwankung der Kornzusammensetzung beruhen.

Zweck der Arbeit soll sein, zu untersuchen, ob ein vermehrter oder verminderter Feinkohlengehalt an den Schwankungen in der Trocknung schuld ist. Es soll untersucht werden, welche Einflüsse die verschiedenen Kornzusammensetzungen auf eine gleichmäßige Trocknung ausüben.

Hauptversuche:
Untersuchung der anfallenden Förderkohlen der drei Kohlenhorizonte.
Absiebung.

Grobabsiebung.

Im Anschluß an den Vorversuch mit der aufbereiteten Brikettierkohle vom Feinkohlenbande ist die Untersuchung der Kohlensorten für die einzelnen Kohlenhorizonte getrennt eine unbedingte Notwendigkeit, um aus den sich ergebenden Resultaten weitere Schlüsse ziehen zu können.

Es ist hier zunächst ganz systematisch wieder mit Siebversuchen begonnen worden, und zwar wurden die Siebversuche vorgenommen mit den an den Baggern anfallenden Förderkohlen.

Es wurden nur die drei hauptsächlichsten Kohlenhorizonte der Grube

1. Feld A
2. Feld B — Hochschnitt und
3. Feld B — Tiefschnitt

für die Versuche herangezogen und das jetzt noch für kurze Zeit an der Förderung beteiligte Feld C außer acht gelassen.

Wie schon im vorhergehenden Abschnitt angegeben wurde, setzt sich die Brikettierkohle zu-

sammen aus etwa 30% Kohle vom Feld A und etwa 50% Kohle vom Feld B. Die jetzt aus dem Feld C geförderte Brikettierkohle, etwa 20%, werden in Zukunft mit vom Feld B und D geliefert werden müssen (siehe Abb. 1).

Zu den Siebversuchen wurden die Förderkohlen aus dem Bunker entnommen.

Um erst einmal ein Bild zu bekommen über die anfallenden Kornfraktionen bei den Förderkohlen, wurden sie abgesiebt mit einem großen Siebsatz, wie eingangs beschrieben.

Von jeder abgesiebten Kornfraktion wurde eine Probe nach dem Xylolverfahren auf ihren Wassergehalt untersucht. Das Ergebnis der Absiebung und ihrer Wassergehalte war folgendes:

Zahlentafel 6

Korngröße	Wasserfeld		Nordst.-Hochschn		Nordst.-Tiefschn.	
	Kornant.	Wasser	Kornant.	Wasser	Kornant.	Wasser
mm	%	%	%	%	%	%
> 80	—	—	12,99	48,6	3,11	49,8
60—80	0,035	55,8	7,21	47,7	4,6	51,9
40—60	0,198	53,4	12,75	50,4	10,5	52,5
30—40	0,497	56,4	9,24	49,2	8,88	50,7
20—30	2,380	54,3	11,61	49,8	13,18	49,5
15—20	3,900	56,4	7,31	49,5	8,98	50,4
10—15	7,700	55,2	8,75	49,5	10,65	49,5
< 10	85,290	56,7	30,14	49,5	40,10	51,0

In den Abb. 5 und 6 sind die Werte der Zahlentafel 6 aufgetragen, um Unterschiede im Kornanfall der verschiedenen Kohlenhorizonte anschaulicher zu gestalten.

Eine noch gröbere Kornabsiebung erscheint nicht mehr nötig, da schon von der Kornfraktion > 80 mm nur ein verhältnismäßig kleiner Prozentsatz anfällt. Im Feld A ist diese Kornfraktion überhaupt nicht mehr vorhanden.

Die Verschiedenartigkeiten im Kornanfall und in den Wassergehalten treten in den Abb. 5 und 6 überaus anschaulich hervor. Aus dem Kurvenblatt in Abb. 5 ist zu ersehen, wie groß der prozentuale Abfall der Kornfraktion > 10 mm ist. Mit über 85 % sind die Kornfraktionen 0—10 mm an der anfallenden Förderkohle vom Feld A beteiligt. Die groben Kornfraktionen (> 10 mm) spielen bei der Förderkohle dieses Horizontes eine ganz untergeordnete Rolle mit ihren noch nicht 15 % Anteil. Die Siebkurve geht hier zunächst sehr steil hoch und verflacht dann rasch. Die ganz groben Kornfraktionen > 80 mm sind bei diesem Förderkohlenhorizont überhaupt nicht mehr vorhanden.

Demgegenüber zeigt die Kohle sowohl vom Feld B — Hochschnitt als auch vom Feld B — Tiefschnitt einen wesentlich höheren Gehalt an den Kornfraktionen > 10 mm, was auch sofort aus den Kurven dieser Kohlenhorizonte in der Abb. 5 hervortritt. Der Verlauf dieser Siebkurven ist in der Abb. 5 wesentlich flacher. Die Kurve vom Feld B — Tiefschnitt liegt in der Mitte zwischen Feld A und Feld B — Hochschnitt. Der Anteil der feineren Kornfraktionen bis 10 mm Korngröße beträgt hier 40%, beim Feld B — Hochschnitt dagegen nur 30%. Die Kornfraktionen

10—15 mm
15—20 mm
20—30 mm
30—40 mm
40—60 mm
60—80 mm

sind im Durchschnitt mit 10% an der Absiebung beteiligt, nur die gröbste Kornfraktion (> 80 mm) zeigt insofern wieder eine Abweichung, als hier das Feld B — Tiefschnitt noch nicht 4% Anteil aufzuweisen hat gegenüber rund 13% Anteil beim Feld B — Hochschnitt.

Die Wassergehalte der Grobabsiebung sind auf der graphischen Darstellung Abb. 6 niedergelegt.

Da bei jeder neuen Probenahme gewisse Schwankungen der Wassergehalte in den einzelnen Kornfraktionen festzustellen sind, ist in der Abb. 6 für jeden Kohlenhorizont eine Durchschnitts-Wassergehaltskurve eingetragen worden.

Die Abb. 6 gibt ein Bild über die Wasserverhältnisse der Förderkohlen in den einzelnen Kohlenhorizonten. Zunächst ist zu ersehen, daß die Kohle vom Feld A weitaus am feuchtesten ist.

Das Feinkorn liegt im Mittel bei etwa 56% Wassergehalt, während sich das Grobkorn mit dem Wassergehalt um die 55%-Linie herum bewegt. Diese fallende Tendenz im Wassergehalt ist auch zu ersehen bei der Kohle vom Feld B — Tiefschnitt. Hier liegt das Feinkorn etwas oberhalb der 52%-Linie mit dem Wassergehalt, wäh-

Wassergehalte der anfallenden Förderkohle der 3 Kohlenhorizonte.

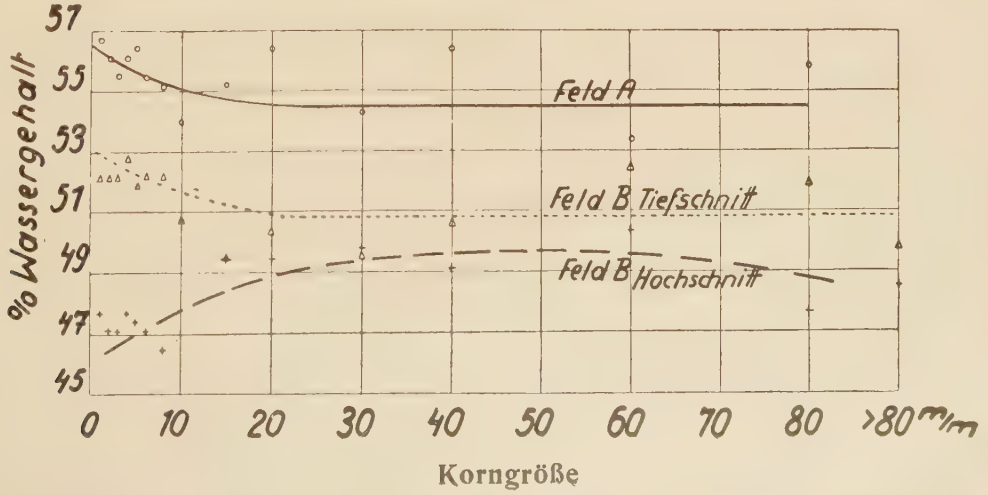

Abb. 6

rend der Wassergehalt des Grobkorns um die 51%-Linie herum liegt. Die Wassergehalte der Kohlen vom Feld B — Tiefschnitt liegen in der Mitte zwischen dem Feld A und dem Feld B — Hochschnitt.

Am wenigsten Wassergehalt hat die Kohle vom Feld B — Hochschnitt. Das Feinkorn liegt mit dem Wassergehalt etwa um die 47%-Linie herum; das Grobkorn zwischen der 49- und 50%-Linie.

Die Tatsache, daß bei den Kohlen vom Feld A und Feld B — Tiefschnitt eine fallende Tendenz im Wassergehalt vom Feinkorn zum Grobkorn besteht, während beim Feld B — Hochschnitt eine steigende Tendenz im Wassergehalt wahrzunehmen ist, muß mit dem Vorhandensein von freiem Wasser erklärt werden, das sich zwischen den einzelnen Kohlenpartikelchen des Feinkorns befindet.

Das Feld B — Hochschnitt mit seinem relativ geringen Wassergehalt und der knorpelreichen Kohle ist in der Lage, einen größeren Teil dieses freien Wassers schon am Kohlenstoß in der Grube mit absickern zu lassen, wogegen bei den wesentlich feuchteren Kohlen im Felde A und Feld B — Tiefschnitt diese Möglichkeit nur in sehr viel geringerem Maße gegeben ist.

b) Feinabsiebung.

Entsprechend der Untersuchung der aufbereiteten Brikettkohlen vom Feinkohlenbande sollen auch die fein anfallenden Kornfraktionen < 10 mm der drei Kohlenhorizonte für sich untersucht werden.

Diese Kornfraktionen sind an der Brikettierung hauptsächlich beteiligt und daher ist die Erforschung dieser Kornfraktionen von allergrößter Wichtigkeit.

Die Versuche wurden wiederum eingeleitet mit der Trennung der bei der Förderung anfallenden Kornfraktion < 10 mm in die Kornfraktionen

0,0	—	0,25	mm
0,25	—	0,5	mm
0,5	—	1	mm
1	—	2	mm
2	—	3	mm
3	—	4	mm
4	—	5	mm
5	—	6	mm
6	—	8	mm
8	—	10	mm

In der Zahlentafel 7 sind die Werte niedergelegt. Zum Vergleich der erhaltenen Ergebnisse sind die Absiebungsergebnisse des Vorversuches angegliedert worden.

Zahlentafel 7

Korngröße	Feld A Korn-anteil	Feld A Wasser-gehalt	Feld B Hochschnitt Korn	Feld B Hochschnitt Wasser	Feld B Tiefschnitt Korn	Feld B Tiefschnitt Wasser	Feink.-Bd. Korn	Feink.-Bd. Wass.
mm	%	%	%	%	%	%	%	%
>10							1,3	48 9
8—10	7,2	84,0	3,9	46,5	8 7	50.7	3,1	49.5
6 — 8	7,9	55,2	8,0	47,5	13,5	52,2	7,3	51,4
5 — 6	5.7	55,5	6,2	47,1	7,9	52,2	6,8	52,2
4 — 5	8,0	56,4	7,6	47,4	9.5	51,9	8,7	51,9
3 — 4	10,6	56,1	10,6	47,7	10,7	52,8	11,4	51,0
2 — 3	14,8	55,5	14,5	47,1	12,6	52,2	16,1	51,9
1 — 2	17,8	56,1	18.7	47,1	14,7	52,2	20.0	54.0
0,5 —1	12,5	56.7	11,6	47,1	9,8	52,2	11,0	53,8
0,25—0,5	15,5	57,0	7,8	47,7	5,5	52.2	14,0	53,1
0,0 —0,25	—	—	11,1	47,1	7,1	51,6	—	—

Auch von diesen Absiebungsergebnissen sind Siebkurven angefertigt worden und die Wassergehalte der einzelnen Kohlenhorizonte in dieselbe Abb. 7 mit eingezeichnet worden.

Bei den Siebkurven der Feinabsiebung zeigen sich abweichende Verhältnisse gegenüber den Siebkurven bei der Grobabsiebung. Die Kurven bei der Feinabsiebung haben einen ähnlichen Verlauf wie die Siebkurve der Kohle des Vorversuches mit der aufbereiteten Förderkohle vom Feinkohlenbande. (Vergl. Abb. 3 und 7.)

Besonders die fast ganz parallel verlaufenden Kurven vom Felde A und Feld B — Hochschnitt decken sich ungefähr mit der Siebkurve der Kohle des Vorversuches.

Von Wichtigkeit ist der Anteil des feinen Korns 0—1 mm, da dies besondere Schwierigkeiten in der Brikettierung bereitet, wenn es in zu gro-

*) Nicht mehr rein zu trennen, aber durch Feinheitslinien bestimmbar.

Siebkurven und Wassergehalte der Feinkohlen der Kohlenhorizonte

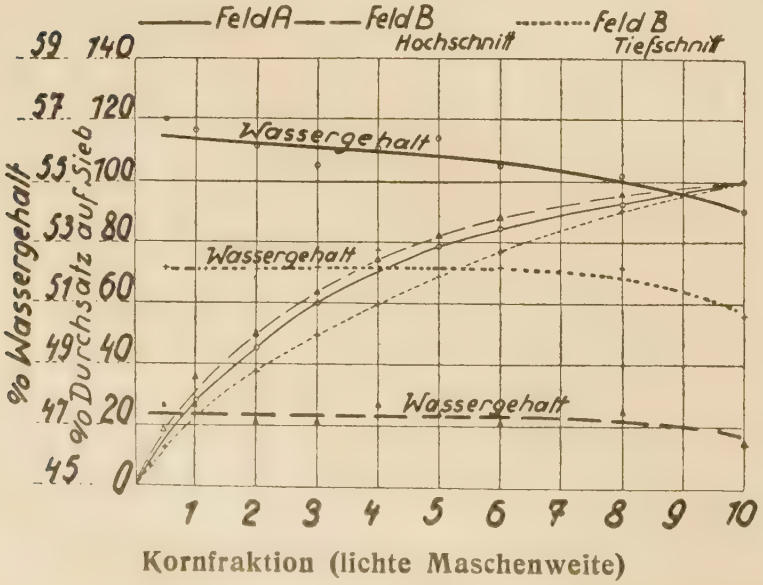

Abb. 7

ßen Mengen vorkommt[28]). Er beträgt in der vorstehenden Tabelle beim

Feld A	= 28,0%
Feld B — Hochschnitt	= 30,5%
Feld B — Tiefschnitt	= 22,4%
Feinkohlenband	= 25,0%

Die mengenmäßige Beteiligung dieser Kornfraktion ist also nicht zu sehr voneinander verschieden. Die Kohle vom Feld B — Tiefschnitt liegt mit 22,4% staubförmigem Korn am günstigsten.

Die gröberen Kornfraktionen schwanken in den Grenzen von 5—18% je Kornfraktion. Die Kohlen vom Feld B — Tiefschnitt haben hier den größeren Anteil an gröberem Korn. Aus dem flacheren Verlauf der Siebkurve ist dies ohne weiteres zu ersehen (siehe Abb. 7).

Was die Wassergehaltskurven anbelangt, so liegen die Verhältnisse hier ähnlich wie bei den Wassergehaltskurven der Grobabsiebung.

Die Kohle vom Feld A hat im großen und ganzen eine etwas fallende Tendenz. Die Kurve fällt von 57 auf 54% Wasser herunter. Für die Brikettierung kommen hauptsächlich die Kornfraktionen 0—4 mm in Betracht. In diesem Kurvenabschnitt fällt die Linie von 57 bis auf 55% bei der 3-mm-Kornfraktion, um dann wieder langsam anzusteigen. Der Mittelwert liegt ungefähr bei 56% Wasser und damit am höchsten gegenüber den beiden anderen Kohlenhorizonten.

Die Wassergehaltskurven vom Feld B verlaufen beide ungefähr gleichmäßig, Feld B — Hochschnitt bei der 52%-Linie und Feld B — Tiefschnitt zwischen der 47- und 48%-Linie.

Für die Brikettierung kommt es hauptsächlich auf die Erkenntnis der Wassergehaltsunterschiede des Kornes von 0—4 mm an. Diese betragen im vorliegenden Falle 9,5%.

Die Kohle vom Feld B — Tiefschnitt liegt mit ihrem Wassergehalt von rund 52% etwa in der Mitte zwischen der Kohle vom Feld A mit 57% Wassergehalt und der Kohle vom Feld B — Hochschnitt mit rund 47,5% Wassergehalt (siehe Abbildung 7).

Zusammenfassend kann man sagen, daß auch die Wassergehaltsunterschiede bei den fein anfallenden Kornfraktionen (< 10 mm) ganz außerordentlich groß sind, ja größer als bei den ganz grob anfallenden Kornfraktionen. Während sich dort die Kurven nähern und die Wassergehaltsunterschiede rund 5% betragen, halten die Wassergehaltskurven des Feinkornes ihre Abstände mit einem durchschnittlichen Wassergehaltsunterschied von 9,5%.

Bei Regenwetter können diese angegebenen Unterschiede im Wassergehalt plötzlich ausgeglichen werden.

Es wurde schon darauf hingewiesen, daß bei Regenwetter ein besseres Brikett hergestellt wird als bei trockener Witterung. Dieser Umstand ist auf den Wasserausgleich in den Förderkohlen zurückzuführen. Da Regen aber nur als Ausnahme anzusehen ist, muß man den Anfangswassergehalten Rechnung tragen, wie ihn die Förderkohlen am Stoß bei normaler Witterung anzeigen und da sind eben die Wassergehaltsunterschiede vorhanden.

Der andere extreme Fall ist der, daß an besonders heißen Sommertagen die pralle Sonne den Kohlenstoß ausdörrt. Dann sind die Differenzen in den Wassergehalten natürlich am größten.

Vom Betrieb muß dem Rechnung getragen werden und bei heißer Sonnenglut evtl. durch Berieselung des Kohlenstoßes dafür gesorgt werden, daß Förderkohlen in die Fabriken geliefert werden, die mit normalen Wassergehaltsunterschieden behaftet sind.

1. Lufttrocknung bei ruhendem Korn und 500 g Ausgangssubstanz.

a) Lufttrocknung der fein anfallenden Kornfraktionen.

Die abgesiebten Kornfraktionen sämtlicher drei Kohlenhorizonte sind wiederum ausgelegt worden und durch tägliches Wiegen wurden die genauen Gewichtsdifferenzen festgestellt.

Die Untersuchungen wurden in derselben Weise vorgenommen, wie die des Vorversuches.

Mit Hilfe des Differenzen-Quotienten $\frac{dt}{dv}$ wurden die Trocknungsgeschwindigkeiten festgesetzt. Es zeigte sich wiederum das gleiche Bild wie im Vorversuch, d. h. zunächst findet ein Ansteigen der Trocknungsgeschwindigkeiten statt, im mittleren Teile des Trocknungsverlaufes ist die Trokkengeschwindigkeit in sämtlichen Kornfraktionen gleich bis auf etwa 20% Wasser herab, und gegen Ende des Trocknungsprozesses ist ein langsames Abfallen in der Trocknungsgeschwindigkeit wahrzunehmen.

Es wurde festgestellt, daß die Trocknungsverhältnisse aller untersuchten Kohlen als vollkommen gleichmäßig anzusprechen sind, da der Trocknungsverlauf bis auf die Trocknung in den Randgebieten parallel verläuft.

Weiter zeigt sich, daß das Grobkorn in allen Fällen am weitesten heruntergetrocknet ist, trotzdem die Trocknungsgeschwindigkeiten für den Hauptteil der Trocknung als gleich anzusprechen sind.

Dies Bild liefert den klaren Beweis dafür, daß eine getrennte Förderung, eine getrennte Aufbereitung im Naßdienst und eine getrennte Trocknung der verschiedenen Korngrößen der einzelnen Kohlenhorizonte in verschiedenen Trockenapparaten durchgeführt werden muß, wenn bei verschiedenen Anfangswassergehalten, wie im vorliegenden Falle, eine gleichmäßige Endtrocknung erreicht werden soll. Eine Mischung der Kohlen darf erst dann stattfinden, wenn die Kohlen für die Brikettierung richtig getrocknet worden sind, worauf schon im Abschnitt B 1 hingewiesen worden ist.

Anders liegen die Verhältnisse, wenn eine von den vorhandenen Kohlensorten vorwiegend mit feinem und feinstem Korn anfällt, und wenn diese Kohlen mit einem höheren Anfangswassergehalt von der Grube aus angeliefert werden als die anderen Mischkohlen, wie dies bei den hier untersuchten Kohlen des Feldes A der Fall ist (siehe Abb. 5—7).

Bei der künstlichen Großtrocknung im Röhrentrockner werden durch die Drehung der Trok-

[28]) Vergl. Fritzsche, Braunkohle 1930, Seite 691.

kenapparate die Kohlen fortwährend gewendet und kommen teils ständig mit allen Teilen mit der die Rohre durchstreichenden Luft in Berührung, vor allem aber wechseln dauernd die Oberflächenteile die Berührung mit der Heizfläche.

Da nun das kleine und kleinste Korn eine wesentlich größere Oberfläche hat als die gröberen Kornfraktionen, so ist natürlich durch die größeren Berührungsflächen, sowohl an den geheizten Metallwandungen als auch an der Luft, eine viel intensivere Trocknung bei Korngemischen bei dem feinen Korn gegeben, weil die Durchwärmungsgeschwindigkeit bei der Kleinheit des Einzelkornes mit der relativ großen Oberfläche eine viel größere ist als beim gröberen Korn.

Weiß gibt die Aufteilung der Wärmezufuhr durch den Heizdampf wie folgt an: 75% werden unmittelbar durch Berührung der Kohle mit der Heizfläche angenommen, 5% durch Ausstrahlung der nicht von der Kohle bedeckten Heizfläche und 20% Wärmeabgabe erfolgt an die durchstreichende Luft[29]).

Es kommt also bei der Großtrocknung an auf die Berührungsfläche und die Zeit.

Bei gleichen Mischungsverhältnissen sind die Berührungsflächen der kleinen Kornfraktionen größer wegen der größeren Oberflächen, wie eben ausgeführt wurde.

Was die Zeit anbelangt, so wurde schon darauf hingewiesen, daß das Grobkorn rolliger ist und die Rohre schneller durchwandert als das feine Korn. Darauf wird im letzten Abschnitt der Arbeit noch näher eingegangen werden.

Für die bisherigen Versuche ist jedoch das zu entnehmen, daß eine Kohlenmischung der vorhandenen Kohlen nur stattfinden kann von einer der Kohlen des Feldes B mit der Kohle des Feldes A, die mit 85% in den Kornfraktionen 0—10 mm, und mit über 60% in den Kornfraktionen 0—4 mm anfällt (siehe Abb. 5) bei einem Wassergehalt, der beim anfallenden Feinkorn um etwa 4,8% höher liegt als beim Feld B — Tiefschnitt und sogar um 8,5% höher als beim Feld B — Hochschnitt (siehe Abb. 7).

Hier lassen sich in der Großtrocknung Endresultate im Wassergehalt erzielen, die der Brikettierung zuträglich sind. Die Kohlen vom Feld B müssen im Hochschnitt und Tiefschnitt getrennt gefördert, aufbereitet und getrocknet werden, wenn größere Wassergehaltsspannen vermieden werden sollen.

Die Kohle vom Feld A mit ihrem höheren Anfangswassergehalt erreicht Gewichtskonstanz bei einem Endwassergehalt, der demjenigen der anderen Kohlenhorizonte ungefähr gleich ist. Daraus ist weiter zu folgern, daß bei einer Mischung der Kohlen vom Feld A mit einem Kohlenhorizont des Feldes B eine weitere Entwässerung der Feld-A-Kohle nicht nur nicht nötig ist, sondern vermieden werden kann, da bei einer weiteren Entwässerung infolge der großen Feinheit der anfallenden Kohlen eine Übertrocknung der Kohle vom Feld A die sichere Folge sein würde, weil eben die Trockengeschwindigkeit bei der Großtrocknung von den feinen Kornfraktionen eine wesentlich größere ist.

Zur Erhärtung des eben Ausgeführten mögen noch folgende Zusammenstellungen beitragen.

Von den einzelnen Kohlenhorizonten trockneten die Kornfraktionen in ihren Mittelwerten um folgende Prozentsätze bis zur Gewichtskonstanz herunter:

Zahlentafel 8

Korn	Feld A	Feld B Hochschnitt	Feld B Tiefschnitt
mm	%	%	%
0 — 2	38,0	30,1	32,6
2 — 4	37,8	30,6	34,9
4 — 6	37,7	32,4	35,2
6 —10	39,0	32,9	35,4
Mittelwert:	38,2	31,6	34,5

Aus der Tabelle ersieht man, daß die Kohle vom Feld A am weitesten heruntertrocknete, um 38,2% im Mittel. Es folgt dann die Kohle vom Feld B — Tiefschnitt mit 34,5% und zuletzt die Kohle vom Feld B — Hochschnitt mit nur 31,6%.

Über die absoluten Zahlenwerte des Trockenversuches möge die Zahlentafel 9 Aufschluß geben. Es sind auch hier die Mittelwerte sämtlicher Kornfraktionen genommen. Danach trockneten die Proben herunter vom:

Zahlentafel 9

	Feld A	Feld B Hochschnitt	Feld B Tiefschnitt
	%	%	%
Anfangswassergeh.	56,4	47,8	51,6
Endwassergehalt	18,2	16,2	17,1
Prozentualer Wasserverlust:	38,2	31,6	34,5

Bei allen ausgelegten Proben war am 13. Tage die Trocknung beendet.

b) Lufttrocknung der zerkleinerten Kornfraktionen > 10 mm.

Da besonders vom Felde B, sowohl im Hochschnitt als auch im Tiefschnitt ein großer Prozentsatz der Förderkohlen sehr grobstückig anfällt (siehe Abb. 5), der erst für die Brikettierung zerkleinert werden muß, interessiert die Frage, ob diese zerkleinerten Kohlen sich anders verhalten als die in der Grube anfallenden Feinkohlen.

Mit dieser zerkleinerten Stückkohle wurden nun dieselben Versuche angestellt wie mit den fein anfallenden Kohlen.

Die absoluten Zahlenwerte des Versuches sind in Zahlentafel 10 angegeben. Es trockneten danach bei der zerkleinerten Grobkohle (> 10 mm) herunter:

Zahlentafel 10

	Feld A	Feld B Hochschnitt	Feld B Tiefschnitt
	%	%	%
Anfangswassergeh.	54,7	46,8	50,7
Endwassergehalt	20,5	16,9	19,2
Prozentualer Wasserverlust:	34,2	29,9	31,5

Vergleicht man nun diese Ergebnisse mit den zuerst ermittelten Ergebnissen der fein anfallenden Kornfraktionen, so erhält man folgendes Bild:

[29]) Vergl. Weiß. Das Trocknen der Kohle, Seite 133/34.

1. Die fein anfallenden Kornfraktionen sind um etwa 1% im Feld B — Hochschnitt und Feld B — Tiefschnitt, im Feld A sogar um 1,7% feuchter als die zerkleinerten Kornfraktionen aus dem Korn > 10 mm der gleichen Kohlenhorizonte.
2. Die Lufttrocknung ist ungefähr in der gleichen Zeit durchgeführt.
3. Die fein anfallenden Kornfraktionen trockneten in der gleichen Zeit weiter herunter und zwar:

   das Feld A um 4,0%
   das Feld B — Hochschnitt um 1,7%
   das Feld B — Tiefschnitt um 3,0%

4. Die Kohle vom Feld B — Tiefschnitt steht mit ihren Trockeneigenschaften auch hier in der Mitte zwischen der Kohle des Feldes A und der Kohle des Feldes B — Hochschnitt.

Aus den ermittelten Zahlenwerten ergibt sich auch hier die gleiche Schlußfolgerung wie bei den Versuchen mit den am Stoß fein anfallenden Kornfraktionen.

Der Trocknungsverlauf der zerkleinerten groben Kornfraktionen ist im übrigen genau so wie bei den fein anfallenden Kornfraktionen.

Ermittlung der Trockengeschwindigkeiten unter Zugrundelegung gleicher Oberflächen der einzelnen Kornfraktionen.

Die bisherigen Versuche bezogen sich auf Lufttrocknung bei ruhendem Korn und 500 g Ausgangssubstanz. Die hier vorliegenden Bedingungen sind in der Praxis nicht erfüllt, da im Röhrentrockner, wie schon ausgeführt, jedes Korn durch die Drehung der Apparate dauernd Gelegenheit hat, mit der durchstreichenden Luft und den beheizten Metallwandungen in Berührung zu kommen.

Es wurde schon ausgeführt, daß sich dadurch das Bild bei der Trocknung ändert.

Zwecks Annäherung an die Praxis soll im folgenden Versuch erst einmal der Trocknungsverlauf untersucht werden bei ruhendem Korn, aber bei gleichen Oberflächen der einzelnen Kornfraktionen.

Man wird dann schon einen Schritt weiter kommen mit der Erforschung der Vorgänge bei der Trocknung, weil bei Auslage von verschiedenen Kornfraktionen mit gleichen Oberflächen auf den bisher verwandten Trockenschalen gleicher Größe für jede Auslage sich die Schichtstärken der Versuchskohlen naturgemäß ändern müssen. Die Resultate werden möglicherweise einen Anhalt geben, in welcher Weise die kritische Untersuchung fortgeführt werden muß.

Bei Zwischenversuchen mit Lufttrocknung und 500 g Ausgangssubstanz wurden besonders für die feinsten Kornfraktionen (0,0—0,25, 0,25—0,5 und 0,5—1 mm) nur 250 g der Lufttrocknung ausgesetzt. Es geschah dies einmal wegen der Schwierigkeit, bei dem dauernden Verschmieren der Siebe, die Menge überhaupt zusammenzubringen, zum anderen, um durch die langen Siebungen die Kohle nicht schon beim Siebvorgang zu sehr lufttrocknen zu lassen. Es zeigte sich jedenfalls hier, daß die Gewichtsabnahmekurven von Anfang an sehr rasch abfallen, und daß der Trocknungsprozeß wesentlich schneller bei diesen geringeren Mengen beendet ist.

Das Feinkorn trocknet an der obersten Schicht zusehends, deckt dann allerdings die tiefer gelegenen Schichten ziemlich luftdicht ab.

Um ein richtiges Bild zu bekommen über den Trocknungsvorgang sind für alle aufzutrocknenden Kornfraktionen gleiche Grundbedingungen zu schaffen. In der Schaffung gleicher Oberflächen für die verschiedenen Kornfraktionen dürften die gleichen Grundbedingungen erfüllt sein.

Die Errechnung der Oberflächen geschieht nach der Formel:

$$a = x \cdot \frac{4}{3} \pi \cdot r^3 \cdot s \cdot \varepsilon$$

Darin bedeutet:

a = Gewicht in g,
x = Anzahl der Körner,
r = Kornradius,
s = spez. Gewicht der Kohle
ε = ein zu suchender Faktor.

Um in dieser Formel die Faktoren x möglichst genau bestimmen zu können, wurden zunächst kleinere Mengen jeder Kornfraktion abgewogen und die einzelnen Kohlenkörnchen genau gezählt.

Damit die Mengen für die gröberen Kornfraktionen, die naturgemäß eine kleinere Oberfläche haben, nicht zu groß werden sollten, um sie auf den vorhandenen Trockenschalen aufnehmen zu können, wurden für die kleinste Kornfraktion für diesen Versuch 100 g zugrunde gelegt.

Abgewogen wurde zunächst 0,1 g. Diese kleine Menge ergab bei ziemlich genauer Zählung rund 500 Körnchen. Das sind für 100 g = 500 000 Körnchen. Für die Errechnung der Oberfläche wurde die mittlere Größe von 1 mm Durchmesser angenommen. Das einzelne Korn wurde kugelförmig festgelegt.

Für ein Korn mit 1 mm Durchmesser ist die Oberfläche also = 3,14 mm². Für 500 000 Körnchen ergibt das eine Oberfläche von 1 570 000 mm² = 1,57 m².

Für die Vergleichs-Kornfraktionen von 2—4, 4—6 und 6—10 mm wurden ebenfalls kleinere Mengen abgewogen, die einzelnen Körner gezählt und je die mittleren Durchmesser für jede Kornfraktionsgruppe für die Errechnung der Oberflächen als Leitkorn zugrunde gelegt; nur von der Kornfraktionsgruppe 6—10 mm wurde das 8-mm-Korn als Leitkorn genommen, da durch Absiebungen dieser Kornfraktionsgruppe das 8-mm-Korn sich mit 63 % beim Felde A als das am stärksten beteiligte herausgestellt hatte.

Folgende Ergebnisse wurden gefunden:

Zahlentafel 11.

Korn mm	Abgewogene Menge in g	Anzahl der Körner, St.	Oberfläche für 100 g in m²
0 — 2	0,1	500	1,57
2 — 4	1,0	165	0,4663
4 — 6	5,0	112	0,1758
6 —10	20,0	110	0,1105

Um die gleichen Oberflächen von 1,57 m² für sämtliche Kornfraktionen zu erhalten, müßten also ausgelegt werden für die Kornfraktion:

0— 2 mm = 100 gr
2— 4 mm = 336 gr
4— 6 mm = 893 gr
6—10 mm = 1420 gr

Führt man die Rechnungen für die vier Kornfraktionsgruppen nach der angeführten Formel aus, um den Faktor ε zu ermitteln, so muß erst das spezifische Gewicht der Kornfraktionen genau bestimmt werden.

Es geschah dies mittels eines Pyknometers und betrug für die Kornfraktion:

0— 2 mm = 1,17
2— 4 mm = 1,19
4— 6 mm = 1,19
6—10 mm = 1,18

Die nun folgende Rechnung ergab nachstehende Werte:

Kornfraktion	Gewicht in g	Gewicht in g	ε
0 — 2 mm	0,1= 305,9	1 = 3030	1,0
2 — 4 mm	1 = 2774,4	1 = 2774	0,9
4 — 6 mm	5 = 8712,8	1 = 1740	0,57
6 — 10 mm	20 =34761,8	1 = 1738	0,57

Mit diesem Faktor ε, der einfach durch Division der Werte der größeren Kornfraktion durch denjenigen des kleinsten Kornes von je 1 g gefunden wurde, wurden nun die vorher errechneten Mengen multipliziert.

Es ergaben sich nun die auszulegenden Mengen jeder einzelnen Kornfraktionsgruppe bei gleichen Oberflächen für die Kornfraktionsgruppe:

0 — 2 mm = 100 g × 1 = 100 g
2 — 4 mm = 336 g × 0,9 = 302,0 g
4 — 6 mm = 893 g × 0,57 = 509,0 g
6 —10 mm = 1420 g × 0.57 = 811,0 g

Diese Mengen wurden auch ausgelegt und ihre Gewichtsabnahme täglich durch genaues Wiegen ermittelt. Die in der Abb. 8 angegebenen Werte wurden dabei gefunden.

Auch diese Kurven decken sich in ihrem Verlauf mit den Ergebnissen der früheren Versuche.

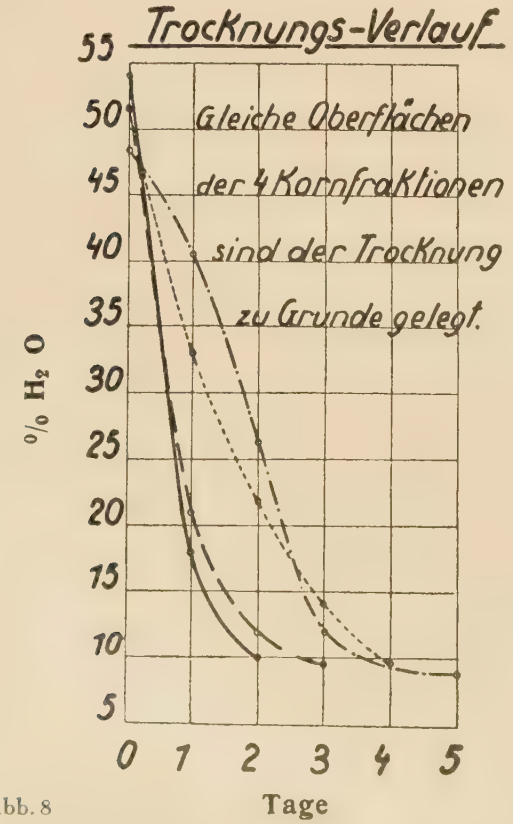

Abb. 8

Die Lufttrocknung wurde bei diesem Versuche in einem geheizten Raume vorgenommen, daher war schon am 5. Tage die Trocknung restlos beendet.

Da bei gleichen Oberflächen die Schichthöhen der einzelnen Proben wesentlich abweichen gegenüber den Schichthöhen bei den früheren Versuchen, die mit gleicher Menge durchgeführt wurden, treten in den Trocknungsgeschwindigkeiten die Unterschiede auch viel deutlicher hervor. Die Schichthöhen der ausgelegten Proben bei diesem Versuche betrugen:

Zahlentafel 12.

Kornfraktion mm	Schichthöhen bei Beginn der Trocknung	Schichthöhen nach Beendigung der Trocknung	Schüttvolumen-Verminderung. %
0 — 2	0,065 cm	0,030 cm	46,2
2 — 4	0,32 cm	0,098 cm	4 ,6
4 6	0,38 cm	0,179 cm	47,1
6 — 10	0,63 cm	0,280 cm	44,4

Während die Verminderung des Schüttvolumens im Vorversuch schwankte zwischen 47 % (Kornfraktion 6—10 mm) und 56 % (Kornfraktion 0—2 mm), ist hier von einer fallenden Tendenz in der Abnahme des Schüttvolumens keine Rede. Die Abnahme des Schüttvolumens ist bei diesem Versuch für alle Kornfraktionsgruppen als gleich groß anzusprechen.

Dieser letzte Versuch mit der Lufttrocknung und gleichen Oberflächen der einzelnen Kohlenkornfraktionen hat also eine Bestätigung der früheren Versuche ergeben:

1. Das Feinkorn eilt bei der Lufttrocknung den anderen Kornfraktionen in der Trockengeschwindigkeit wesentlich voraus.
2. Die Endtrocknung erreicht bei gleichen Oberflächen ungefähr dieselben Werte bei allen Kornfraktionen.

Als letzter Versuch soll nun noch eine Untersuchung des Trocknungsverlaufes im Großtrockner folgen, damit durch eine Gegenüberstellung der Lufttrocknung unter verschiedenen Bedingungen und der Trocknung im Großtrockner Folgerungen für die Praxis gezogen werden können.

Trockenvorgang im Röhrentrockner.

Trocknung einzelner Korngrößen (< 10 mm).

Die Trocknungsvorgänge im Schulz'schen Röhrentrocken-Apparat sind von Lamprecht untersucht worden[30]). Hierbei stellte Lamprecht fest, daß die groben Kornfraktionen eine wesentlich kürzere Durchsatzzeit benötigen beim Durchlaufen durch die Rohre der Apparate als die feineren Kornfraktionen. Lamprecht ermittelte folgende Werte:

Durchsatzzeit in Minuten.

Korngröße mm	Rohr 2 (außen)	Rohr 5 (mitte)	Rohr 8 (innen)
4	8	8	8
3—4	10	10	10
0—3	14	14	14

Zur genauen Erforschung der Trockenvorgänge mit den zur Verfügung stehenden Versuchskohlen wurden verschiedene Versuche am Röhrentrockner vorgenommen, deren Ergebnisse in der Zahlentafel 13 niedergelegt sind.

[30]) Vergl. Lamprecht, Braunkohle 1931, Seite 1107.

Zahlentafel 13.

Korngröße	Wassergehalt am: Trockner Einfall	Trockner Ausfall	Durchlaufzeit	Aufgetrocknetes Wasser
mm	%	%	Min.	%
0 — 2	56,1	1,0	20	55,1
2 — 4	55,2	2,3	15	52,9
4 — 6	54,9	12,9	13	42,0
6 —10	53,7	19,2	11	34,5

Diese Versuche wurden alle am Rohr 2 (außen) vorgenommen. Der Apparat machte nur 3,5 Umdr./Min. (konstant), da er normalerweise für eine Kohlenstaub-Mahlanlage Rohkohlen trocknet, die trockner gehalten werden müssen als die für die Brikettierung bestimmten Trockenkohlen. Der Dampfdruck betrug 1,25 atü und wurde ebenfalls konstant gehalten.

Aus dieser Tabelle bekommt man Ergebnisse, die, verglichen mit denen bei der Lufttrocknung, gerade entgegengesetzt verlaufen.

Das Feinkorn 0—2 mm braucht 20 Minuten Durchsatzzeit und trocknet herunter bis auf 1,0 % Wassergehalt. Das Grobkorn dagegen durchläuft in 11 Min., also ungefähr in der halben Zeit, das Rohr und hat an der Ausfallseite noch 19,2 % Wassergehalt. Wir haben hier also eine Wassergehaltsspanne von 18,2 %, die unter keinen Umständen der Brikettierung zugemutet werden kann. Die Versuche wurden jetzt noch erweitert, um einen Einblick zu bekommen in die Trocknungsverhältnisse eines Röhrentrockners beim Durchlaufen von Kohlengemischen.

Trocknung eines Korngemisches einzelner Korngrößen (< 10 mm).

Aus diesem Grunde wurden Korngemische von 0—10 mm einem Trockenapparat aufgegeben und am Ausfallende des Trockners nach der von Lamprecht beschriebenen Art aufgefangen [31]).

Diese aufgefangenen Kohlen wurden abgesiebt und auf ihre Wassergehalte mittels des Xylolverfahrens untersucht. Der Versuch wurde vorgenommen:

a) an einem inneren Rohr,
b) an einem mittleren Rohr,
c) an einem äußeren Rohr.

Die gefundenen Werte sind in der Zahlentafel 14 zusammengestellt worden. Da der vorhergehende Versuch mit dem Durchsatz von einzelnen Kornfraktionen eine Übertrocknung des Kornes 0—2 mm bis auf 1,0 % Wassergehalt gebracht hatte, wurde die Absiebung gerade dieser kleinsten Kornfraktionsgruppe in die 3 Abschnitte

kleiner als 0,5 mm,
0,5 bis 1,0 mm,
1,0 bis 2,0 mm

für zweckmäßig gehalten, um gerade die Trocknungsunterschiede der feinsten Kornfraktionen zu erhalten.

Die in der Zahlentafel 14 niedergelegten Resultate decken sich vollkommen mit denen, die gefunden wurden beim Durchsatz der einzelnen Kornfraktionen. Die Wassergehaltsspannen zwischen dem Korn < 5 mm und > 8 mm betragen:

a) beim inneren Rohr = 19,4 %
b) beim mittleren Rohr = 10,6 %
c) beim äußeren Rohr = 19,0 %

Zahlentafel 14.

Korn mm	Kornanteil Gewichts-%	Wassergehalt %	
0,5	15,5	14,2	
0,5 — 1,0	16,5	15,0	
1,0 — 2,0	16,4	15,6	
2 — 4	27,0	19,2	äußeres Rohr
4 — 6	18,9	25,0	
6 — 8	4,3	30,1	
8	1,4	33,3	
0,5	19,8	11,6	
0,5 — 1,0	18,4	11,2	
1 — 2	15,7	10,8	
2 — 4	26,5	11,2	mittler. Rohr
4 — 6	15,3	15,2	
6 — 8	3,6	20,7	
8	0,7	22,2	
0,5	16,0	14,0	
0,5 — 1,0	16,8	14,8	
1 — 2	9,8	15,3	
2 — 4	31,1	19,2	inneres Rohr
4 — 6	20,1	26,2	
6 — 8	4,9	29,9	
8	1,1	33,4	

Diese Versuche wurden durchgeführt bei n = 4,0 Umdr./Min. = konstant und bei 1,70 atü =konstant.

Die Wassergehaltsspannen sind praktisch für alle Rohre als gleich groß anzusprechen. Die beim mittleren Rohr mit nur 10,6 % ermittelte Wassergehaltsspanne gegenüber 19,4 und 19,0 % beim inneren und äußeren Rohr ist zurückzuführen auf einen schlechten Füllungsgrad des Rohres. Durch diesen Versuchsfehler ist natürlich eine intensivere Trocknung auch der gröberen Kornfraktionen in diesem Rohre die Folge.

Diese Versuche zeigen auch, durch welche Kornfraktionen die überaus großen Wassergehaltsspannen hervorgerufen werden. Es sind immer die Kornfraktionen über 4 mm, die mit besonders hohen Wassergehalten am Trocknerausfall aufgefangen wurden.

Nimmt man diese Kornfraktionen fort, so sind die Wassergehaltsspannen nur noch:

a) beim inneren Rohr = 5,2 %
b) beim mittleren Rohr = 0,8 %
c) beim äußeren Rohr = 5,0 %

Der Versuch zeigt also, daß den Trockenapparaten eine möglichst feine und gleichmäßig aufbereitete Rohkohle zugeführt werden muß, da die Trockengeschwindigkeiten der feinen und feinsten Kornfraktionen am größten sind.

Der Trocknungsverlauf im Röhrentrockner ist eben abhängig von der Kornfraktion, die die Durchsatzgeschwindigkeit selbsttätig regelt.

Hält man die Kornfraktions-Unterschiede in möglichst engen Grenzen, so muß es sich erreichen lassen, daß auch die Durchsatzzeiten für das ganze aufgegebene Kohlengemisch nahezu gleich werden und damit auch die Trocknung. Voraussetzung muß natürlich sein, daß die Drehzahl der Apparate und der Dampfdruck konstant gehalten werden.

[31]) Vergl. Lamprecht, Braunkohle 1931, Seite 1107

Technische Auswertung der Versuchsergebnisse.

Zur Untersuchung der Trocknungseigenschaften der zur Verfügung stehenden Versuchs-Kohlen wurden die Kohlen in vier Kornfraktionsgruppen abgesiebt und der Lufttrocknung ausgesetzt, einmal mit den gleichen Gewichtsmengen von je 500 g und einmal bei verschiedenen Gewichtsmengen, aber gleichen Oberflächen der einzelnen Kornfraktionsgruppen.

Bei dem Versuch mit den gleichen ausgelegten Gewichtsmengen ergaben sich Trockengeschwindigkeiten, die im mittleren Teile des Trocknungsprozesses parallel verlaufen, an den Randgebieten jedoch, sowohl bei Beginn als auch kurz vor Beendigung der Trocknung, Abweichungen im Trocknungsverlauf zeigen.

Es ist dies ein Beweis dafür, daß von Natur aus nur geringe Differenzen zu Beginn und am Ende des Trocknungsprozesses vorliegen, da alle untersuchten Kornfraktionsgruppen aus derselben Kohlensubstanz bestehen.

Die vorgenommenen Untersuchungen mit den gleich großen Gewichtsmengen und Lufttrocknung ergeben aber schon bei Flözuntersuchungen Anhaltspunkte über die Beschaffenheit von Staub-, Mittel- und Grobkorn, mit deren Hilfe ein Eingreifen in den Prozeß der künstlichen Großtrocknung in Röhren- oder Teller-Trockenapparaten möglich ist.

Um sich den Verhältnissen der künstlichen Großtrocknung zu nähern, wurde der zweite Versuch mit der Lufttrocknung, aber gleichen Oberflächen der einzelnen Kornfraktionsgruppen durchgeführt.

Da die feinsten Kornfraktionen viel größere Oberflächen aufweisen als die gröberen, ergeben sich bei diesem Versuche Schichtstärken der Kornfraktionsgruppen, die mit der Feinheit der Kornfraktion immer mehr abnehmen.

Der Trocknungsverlauf weicht entsprechend den verschiedenen Schichtstärken auch sehr voneinander ab. Das Feinkorn beendet den Trocknungsprozeß weitaus am schnellsten, die gröberen Kornfraktionen folgen in gleichmäßigen Abständen der Reihenfolge nach bis zur Gewichtskonstanz des Grobkornes.

Hier ist der Hauptgrund zu sehen für die Wassergehaltsspannen, wie sie zwischen dem meist übertrockneten Feinkorn und dem noch zu feuchten Grobkorn bei der maschinellen Großtrocknung entstehen.

Es ergibt sich hier bereits die Schlußfolgerung, in welche Kornfraktionsgrenzen die Kohlen eines untersuchten Kohlenflözes aufzubereiten sind, bevor sie der Großtrocknung zugeführt werden, wenn die Wassergehaltsspannen in erträglichen Grenzen für die Brikettfabrikation gehalten werden sollen.

Da die Endtrocknung bei diesem Versuche der Lufttrocknung mit gleichen Oberflächen der Kornfraktionen bei denselben Endwerten in allen Kornfraktionen zur Gewichtskonstanz kommt, obwohl bei diesen Kohlen das Feinkorn besonders aus dem Kohlenhorizont des Feldes A mit um etwa 8 % höherem Wassergehalt aus der Grube angeliefert wird, so ergibt sich die weitere Folgerung, daß die fein anfallenden, relativ feuchten und weichen Kohlen des Feldes A ohne Bedenken mit einer der Kohlen der anderen Kohlenhorizonte gemischt werden können, die mit einem geringeren Wassergehalt aus der Grube in die Fabrik angeliefert werden und wesentlich härter sind.

Die Trockengeschwindigkeiten der weichen, feuchten und feinen Kohlen des Feldes A sind größer, so daß praktisch tragbare Wassergehaltsspannen entstehen.

Eine Mischung der sämtlichen drei Kohlenhorizonte, die untersucht wurden, ist jedoch nicht möglich, weil in diesem Falle die Wassergehaltsspannen wieder zur Auswirkung kommen würden.

Die Kohlen des Feldes B müssen wegen ihrer gleichen Trockeneigenschaften, aber ihrer verschiedenen Anfangswassergehalte unter allen Umständen getrennt gefördert, aufbereitet und getrocknet werden, bevor die für die Brikettierung fertig getrockneten Kohlen gemischt werden können.

Der letzte Versuch am Großtrockner bestätigte die durch die Lufttrocknung festgestellten Resultate.

Die Wandergeschwindigkeit durch die Rohre des Röhrentrockners ist für die einzelnen Kornfraktionen wesentlich verschieden und beträgt für die Kornfraktion 6—10 mm ungefähr die halbe Zeit wie für die feinsten Kornfraktionen 0—2 mm. Trotzdem betragen die Wassergehaltsspannen rund 19 %. Die hauptsächlichsten Spitzen in den Wassergehaltspannen liegen immer bei den gröberen Kornfraktionen über 4 mm. Zur Vermeidung dieser Wassergehaltsspannen, die das größte Übel für die Brikettierung darstellen, und vermieden werden müssen, darf die Naßaufbereitung aus diesem Grunde keinesfalls über 4 mm Korngröße hinaus betrieben werden.

Wie weit im einzelnen Falle im Naßdienst die Kohle aufbereitet werden darf, wird sich im übrigen jeweils nach den zu brikettierenden Kohlen richten müssen.

Da in der Arbeit alle durchgeführten Versuche nur mit den Kohlen eines Kohlenflözes im Geiseltal stattfanden, können diese Versuche nicht ohne weiteres auf alle Kohlen anderer Kohlengebiete übertragen werden. Es ist sehr wohl möglich, daß sich in den Trockeneigenschaften von Kohlen anderer Kohlengebiete Differenzen gegenüber den hier ermittelten Resultaten ergeben. Immerhin können aber die angegebenen Versuche Fingerzeige und Anregungen geben, nach welcher Art Flöz-Untersuchungen in bezug auf die Trockeneigenschaften der Kohlen durchgeführt werden.

Eine andere Frage ist die, inwieweit sich technisch die Probleme der getrennten Förderung, Aufbereitung und Trocknung von Kohlen verschiedener Kohlenhorizonte einer Grube praktisch lösen lassen.

Die Lösung dieser Frage müßte einer besonderen Untersuchung, besonders in wirtschaftlicher Hinsicht, vorbehalten werden, da sie im Rahmen dieser Arbeit zu weit führen würde und durch die vorliegenden Untersuchungen zunächst grundsätzlich einmal die Trockeneigenschaften erforscht werden sollten.

Lebenslauf.

Ich wurde geboren am 13. August 1896 zu Jena als Sohn des Gärtnereibesitzers Fritz Stiebritz und seiner Ehefrau Lonny geb. v. Obstfelder. Die Vorschule besuchte ich in Jena bis zum Jahre 1907. Von Ostern 1907 ab ging ich auf das Humanistische Matthias-Claudius-Gymnasium zu Wandsbek. 1914 trat ich bei Kriegsbeginn beim 1. Seebataillon in Kiel als Kriegsfreiwilliger ein, meldete mich später als Fahnenjunker und wurde im Mai 1916 zum aktiven Leutnant befördert. Mit dem Seebataillon machte ich bis zum Juli 1917 alle Schlachten und Gefechte mit und erwarb mir u. a. Kriegsauszeichnungen auch das E. K. 1. u. 2. Kl. Das letzte Kriegsjahr war ich Ordonnanzoffizier beim Generalkommando des Marinekorps.

Nach dem Kriege machte ich mein Abiturienten-Examen im Jahre 1920 nach, praktizierte dann ein halbes Jahr auf dem Steinkohlenbergwerk Gottes Segen in Lugau (Erzgebirge) und studierte vom Oktober 1920 ab in Freiberg das Fach eines Bergingenieurs. Im 8. Semester machte ich mein Diplom-Examen dortselbst mit gut und ging dann in die Niederlausitz auf die Grube Matador als Steiger. Seit 1927 bin ich bei den Gewerkschaften Michel und Vesta in Großkayna als Betriebsingenieur tätig.

Druck: Wilhelm Möller Buchdruckerei GmbH., Oranienburg-Berlin, Kurfürstenstraße 3—5